

Б. С. Иванов

Электронные игрушки

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1115

Б.С.Иванов

Электронные игрушки



Москва
«Радио и связь» 1988

ББК 32.844
И 20
УДК 621.396.6:64

Иванов Б. С.

И 20 Электронные игрушки. — М.: Радио и связь, 1988. — 80 с., ил. (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1115)

ISBN 5-256-00073-X

Описываются простые конструкции: качели, имитаторы звуков, электромузыкальные, светомузыкальные инструменты, фотоэлектронные тиры и многие другие электронные игрушки, собранные на транзисторах и микросхемах.

Для начинающих радиолюбителей.

И $\frac{2402020000-010}{046(01)-88}$ КБ–27–86–87 ББК 32.844

Научно-популярное издание

БОРИС СЕРГЕЕВИЧ ИВАНОВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ИГРУШКИ

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова
Редактор Т. В. Жукова
Художественный редактор Н. С. Шеин
Технический редактор Г. З. Кузнецова
Корректор Л. А. Буданцева

ИБ № 1814

Подписано в печать 4.11.87 Т-19048 Формат 60х88/16 Бумага офс. № 1 Гарнитура "Универс" Печать офсетная Усл. печ. л. 4,9 Усл. кр.-отт. 10,04 Уч.-изд. л. 5,79 Тираж 500 000 экз. (3-й завод: 200 001 — 300 000 экз.) Изд. № 22332 Зак. № 5487 Цена 50 к.
Издательство "Радио и связь". 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Тираспольская фабрика офсетной печати Госкомиздата Молдавской ССР.
г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 99

ISBN 5-256-00073-X

ПРЕДИСЛОВИЕ

Игрушки . . . На протяжении многих веков они служат человеку не только развлечением, но и средством познания окружающего мира. Каждый из вас, конечно, помнит, как в детстве оставались груды деталей от очередной игрушки после попытки узнать, как же она устроена и работает. Игрушки помогали познавать работу простых и более сложных механизмов, развивали творческие способности.

Сегодня, в век электроники, каждый школьник должен быть с окружающей его электроникой на "ты". И первое знакомство с ней для многих из вас, дорогие юные читатели, может начаться с постройки простой электронной игрушки или с оснащения электроникой уже имеющейся мягкой или другой игрушки. Описанию таких игрушек и разнообразных электронных "начинок" для готовых игрушек посвящена эта книга. Она является как бы продолжением книги В. В. Фролова "Радиотехнические игры и игрушки", выпущенной издательством "Энергия" в 1979 году.

Автор попытался рассказать о наиболее простых игрушках, в которых использованы широкодоступные транзисторы и интегральные микросхемы. Практически для каждой игрушки даны чертежи монтажных плат (или чертеж общей монтажной платы), дан рисунок внешнего вида, что, несомненно, облегчит читателям постройку предложенных конструкций. В каждом описании приведены подробные сведения о принципе работы конструкции, возможной замене деталей, налаживании.

МИШКА НА КАЧЕЛЯХ

Внешне эта игрушка напоминает настоящие качели, на которых вам, конечно, приходилось забавляться в парке отдыха или во дворе дома. Но если на настоящих качелях приходится раскачиваться самим, периодически "толкая" доску, прикрепленную канатами к перекладине, в игрушке эту работу выполняет . . . электрический ток.

Взгляните на принципиальную схему качелей, приведенную на рис. 1. На транзисторе VT1 собран электронный ключ, через который подается питание на обмотку катушки L2 электромагнита. Управляющий сигнал на ключ поступает с обмотки катушки L1, размещенной на том же каркасе, что и L2.

При замыкании выключателя SA1 на транзистор VT1 будет подаваться напряжение питания. Транзистор закроется, поскольку его база с эмиттером через катушку L1 и напряжение смещения на базе отсутствует. В эмиттерной цепи транзистора будет протекать сравнительно небольшой обратный ток коллектора.

Но стоит приблизить к сердечнику электромагнита постоянный магнит (скажем, северным полюсом), как в обмотке катушки L1 начнет наводиться электродвижущая сила (ЭДС). На базе транзистора появится отрицательное напряжение смещения, которое будет увеличиваться с приближением магнита. Транзистор откроется, и через катушку L2 потечет ток. Вокруг сердечника электромагнита образуется магнитное поле, которое начнет притягивать постоянный магнит. Наибольшее на-

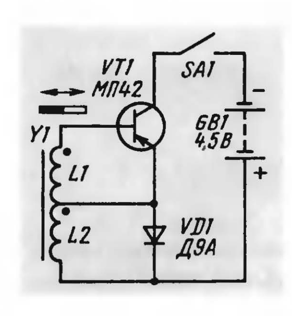


Рис. 1. Схема электронных качелей

пряжение смещения будет тогда, когда постоянный магнит окажется над сердечником электромагнита. При дальнейшем же его продвижении над сердечником окажется другой полюс магнита и ЭДС изменит свое направление. На базе транзистора появится положительное напряжение, и транзистор закроется. Ток через обмотку электромагнита прекратится.

Итак, при определенном положении постоянного магнита относительно сердечника электромагнита появляется сила, подталкивающая магнит. Она и будет раскачивать игрушечные качели.

Диод VD1, шунтирующий обмотку катушки L2, предупреждает возникновение в ней колебаний с частотой, определяемой индуктивностью электромагнита, емкостью монтажа и транзистора. Дело в том, что при открывании транзистора возникает колебательный процесс, который из-за сильной связи между базовой и эмиттерной цепями может быть незатухающим. Управляющее действие постоянного магнита может прекратиться, и качели остановятся. Диод же, срезая положительную полуволну уже первого колебания, препятствует возникновению этого явления.

Транзистор может быть любой из серий МП39—МП42, диод — любой из серий Д9, Д226. Источник питания на напряжение 4,5 В или на напряжение 9 В — в зависимости от силы используемого постоянного магнита. Совсем не обязательно ставить выключатель питания SA1, поскольку, когда постоянный магнит находится против сердечника электромагнита (качели остановлены), транзистор закрыт и устройство потребляет незначительный ток.

Катушки L1, L2 наматывают на каркасе (рис. 2, *а*), склеенном из плотного картона или выточенном из подходящего изоляционного материала. Обмотки наматывают одновременно (рис. 2, *б*), сложив вместе два провода ПЭЛ, ПЭВ или ПЭЛШО диаметром 0,1 . . . 0,15 мм, до заполнения каркаса. Внутрь каркаса вставляют сердечник (рис. 2, *в*), выточенный из мягкой стали, и приклеивают его к каркасу. Чтобы улучшить магнитные свойства сердечника и предупредить его остаточную намагниченность, заготовку сердечника желательно отжечь (нагреть, например, в пламени горелки газовой плиты), а затем охладить при комнатной температуре.

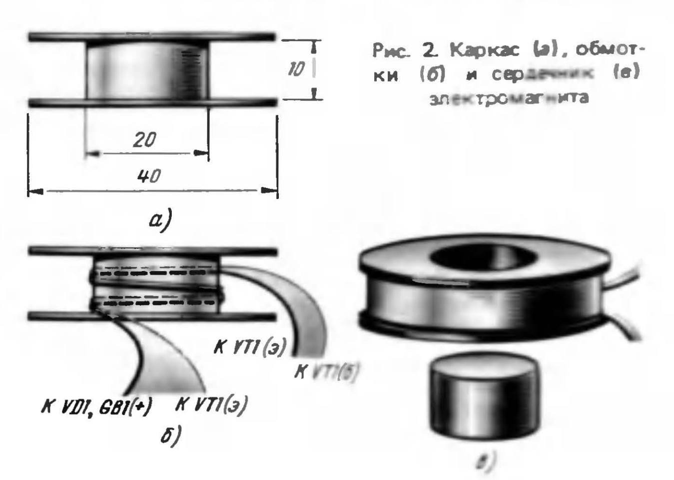


Рис. 2. Каркас (*а*), обмотки (*б*) и сердечник (*в*) электромагнита

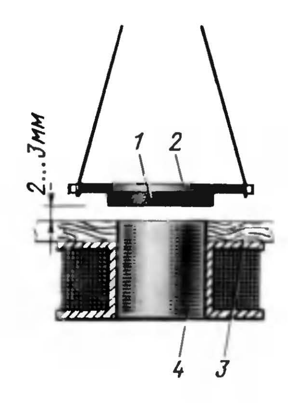
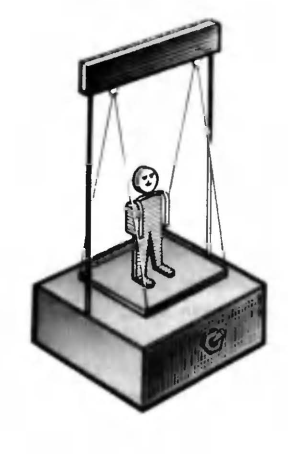


Рис. 3. Конструкция качелей


Рис. 4. Крепление электромагнита и магнита

Детали электронной схемы размещают внутри небольшого корпуса (рис. 3), а качели укрепляют на его верхнем основании. Электромагнит крепят к основанию корпуса *3* (рис. 4) так, чтобы сердечник *4* был вровень с поверхностью основания или немного выступал над ним. Для крепления качелей к этому же основанию прикрепляют две стойки, а между ними устанавливают перекладину. В перекладину вбивают две проволочные скобки и пропускают через них отрезки толстых швейных ниток. Концы ниток привязывают к доске *2* качелей, на которую усаживают фигурку мишки. Снизу к доске приклеивают небольшой постоянный магнит *1*.

Учтите: чем сильнее магнит, тем лучше работает электронный ключ. Магнит можно составить из двух магнитов от негодного микроэлектродвигателя — их склеивают так, чтобы северные полюсы были в середине. Подойдет магнит от магнитной защелки (они используются в современной мебели) или от других устройств. Если имеющийся магнит велик, не пытайтесь расколоть его ударами молотка, иначе он размагнитится. Отделить часть магнита можно либо сжимая его в тисках, либо отламывая без удара.

Магнит прикрепляют к доске так, чтобы при остановленных качелях он находился точно напротив сердечника электромагнита и на расстоянии 2 . . . 3 мм от него (это расстояние регулируют с помощью нитяных подвесок доски).

Включив питание игрушки, качните доску с мишкой. Если она вскоре остановится, вероятная причина — неправильное включение обмотки катушки L1 электромагнита. Поменяйте местами ее выводы.

Работу электронного ключа можно проверить и так. Выключив питание, подключите параллельно выводам выключателя (иначе говоря, в цепь коллектора транзистора) миллиамперметр на 100 мА. При раскачивании доски или приближении постоянного магнита к сердечнику электромагнита стрелка миллиамперметра будет резко отклоняться. Если она отклоняется слабо, установите более сильный постоянный магнит или увеличьте напряжение питания.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КАЧЕЛИ-ПЕРЕКЛАДИНА

Предыдущую игрушку — мишку на качелях — можно переделать в качели-перекладину (рис. 5) с двумя куклами или фигурками животных. В этой конструкции уже два постоянных магнита, вмонтированных в раскачивающуюся перекладину, и два электромагнита, расположенных в корпусе-основании качелей.

Пока электромагниты не питаются постоянным током, один из постоянных магнитов притягивается к сердечнику "своего" электромагнита. Когда же в обмотку электромагнита поступает ток, возникающее вокруг сердечника магнитное поле взаимодействует с полем постоянного магнита и отталкивает магнит от сердечника. Перекладина как бы получает толчок и переходит в другое состояние. Спустя некоторое время через обмотки электромагнитов вновь протекает ток, и перекладина возвращается в первоначальное положение. При определенной частоте следования импульсов тока фигурки будут качаться на качелях-перекладине.

Принципиальная схема игрушки приведена на рис. 6. На транзисторах VT1 и VT2 собран мультивибратор, вырабатывающий импульсы прямоугольной формы. Частота их следования зависит от номиналов деталей C1, R2 и C2, R3, R4. С помощью переменного резистора R3 частоту можно изменять примерно от 20 до 60 импульсов в минуту.

Рис. 5. Электронные качели-перекладина

В одно из плеч мультивибратора включен усилитель тока на транзисторе VT3. С его коллекторной нагрузки (резистор R6) импульсы поступают на электронные реле, выполненные на транзисторах VT4 и VT5. Когда эти транзисторы открываются, через обмотки электромагнитов YA1 и YA2 протекает ток и вокруг сердечников электромагнитов образуется магнитное поле. Резисторы R7 и R8 служат для ограничения тока через эмиттерные переходы транзисторов, а R9 и R10 — для надежного закрывания транзисторов во время пауз между импульсами (когда транзистор VT3 открыт, но между его коллектором и эмиттером есть небольшое падение напряжения, характерное для режима насыщения данного транзистора).

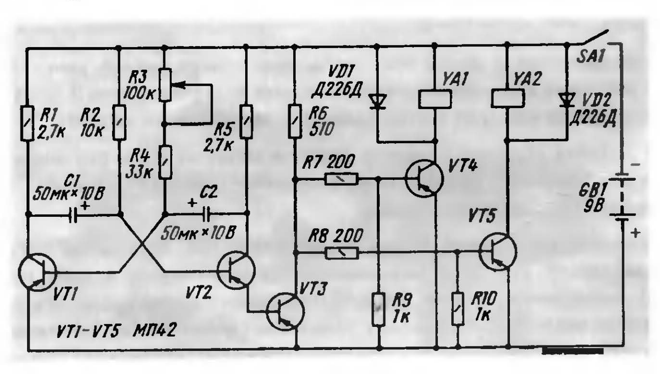


Рис. 6. Принципиальная схема качелей-перекладины

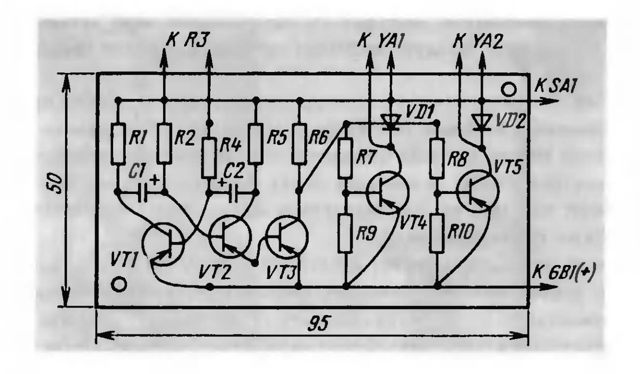


Рис. 7. Монтажная плата качелей-перекладины

Диоды, шунтирующие обмотки электромагнитов, выполняют такую же роль, что и в предыдущей конструкции; гасят электрические колебания, которые могут возникнуть из-за индуктивного характера нагрузки в коллекторной цепи транзисторов.

Вы, наверное, скажете, что можно было бы электромагниты включить параллельно и использовать только один управляющий транзистор. Это верно, но тогда пришлось бы поставить более мощный и дорогостоящий транзистор. При нашем же решении используются два малогабаритных и дешевых транзистора.

Кроме указанных на схеме, можно применить другие транзисторы серий МП39—МП42, диоды — любые из серий Д226. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, переменный — СП-I или другой, мощностью не менее 0,25 Вт, конденсаторы — К50-6. Эти детали, кроме переменного резистора, смонтируйте на плате (рис. 7). Монтаж здесь навесной, но его нетрудно сделать и печатным способом, если есть фольгированный материал, например односторонний фольгированный стеклотекстолит.

Плату с деталями укрепите внутри корпуса-основания — его можно склеить из органического стекла или изготовить из фанеры. На узкой боковой стенке корпуса установите выключатель питания SA1 (например, тумблер) и переменный резистор. Внутри корпуса с помощью скобок укрепите источник питания — две последовательно соединенные батареи 3336.

Конструкция электромагнитов такая же, что и в предыдущей самоделке, но размеры иные. Так, каркас теперь должен быть высотой 38 . . . 40 и диаметром 15 . . . . . . 16 мм. Внутренний диаметр каркаса 12 . . . 13 мм, диаметр щечек 28 . . . 30 мм. Внутрь каркаса должен быть вставлен сердечник диаметром 12 . . . 13 и длиной 43 . . . 45 мм из малоуглеродистой стали (можно использовать сердечники негодных электромагнитных реле типа РКН). На каркас наматывают обмотку электромагнита — 2600 . . . 2800 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛ диаметром 0,24 . . . 0,26 мм. Сопротивление обмотки будет примерно 65 Ом.

Прежде чем устанавливать электромагниты, нужно изготовить из дерева или пластмассы стойки и перекладину качелей. На концах перекладины снизу следует выдолбить неглубокие канавки и укрепить в них постоянные магниты прямоугольного или квадратного сечения длиной по 25 . . . 30 мм. Затем нужно вставить в перекладину ось, укрепить ее в стойках и прикрепить к концам перекладины сверху легкие (10 . . . 15 г) и одинаковые по массе куклы или фигурки животных.

Аккуратным перемещением фигурок по перекладине надо установить состояние равновесия. Кроме того, следует добиться легкого вращения перекладины вокруг оси.

Наметив места крепления стоек на крышке корпуса, ставят на крышке отметки против одноименных полюсов постоянных магнитов, обращенных к концам перекладины. В этих местах сверлят отверстия под сердечники электромагнитов и прикрепляют электромагниты к крышке снизу. Сверху крышку оклеивают декоративной бумагой или тонким изоляционным материалом, после чего укрепляют на крышке стойки с перекладиной.

Как правило, игрушка начинает действовать сразу же после подачи напряжения питания, т. е. включения выключателя. Если в каком-то положении перекладины она не отталкивается от корпуса, поменяйте полярность подключения выводов обмотки соответствующего электромагнита. Если и после этого перекладина не отталкивается, проверьте работу электронного реле, включив в цепь коллектора транзистора миллиамперметр на 150 . . . 200 мА. Отсутствие скачков тока укажет либо на неисправность транзистора, либо на ошибку в монтаже.

Во время работы игрушки подберите переменным резистором нужную частоту качаний перекладины.

ЗАБАВНЫЙ ГИМНАСТ

Небольшая коробка, рядом со стенкой которой на площадке расположена перекладина (турник), а на перекладине висит фигурка гимнаста — так выглядит эта игрушка (рис. 8). Щелчок выключателем, установленным на передней стенке коробки, — и гимнаст "оживает". Он начинает раскачиваться на перекладине. Расположенными на передней стенке ручками можно заставить гимнаста выполнять различные упражнения. Например, сделать полтора оборота вперед, остановиться наверху перекладины, а затем сделать один-два оборота назад. Или добиться раскачивания фигурки, а затем, постепенно увеличивая амплитуду раскачивания, перевести фигурку во вращение.

Что же заставляет фигурку гимнаста раскачиваться? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно заглянуть внутрь коробки — корпуса игрушки (рис. 9). Там находится большой диск *11*, скрепленный с осью-перекладиной *10* и соединенный шкивом с небольшим электродвигателем *8*. Выводы электродвигателя подключены к электронному устройству, подающему питание на электродвигатель "порциями", или импульсами. Чем продолжительнее импульс, тем дольше будет вращаться ось электродвигателя, . значит, на больший угол повернется фигурка гимнаста. А чем меньше паузы между импульсами, тем быстрее, динамичнее движения фигурки. Изменяя ручками управления продолжительности (длительности) импульсов и пауз, нетрудно заставить фигурку выполнять нужные упражнения.

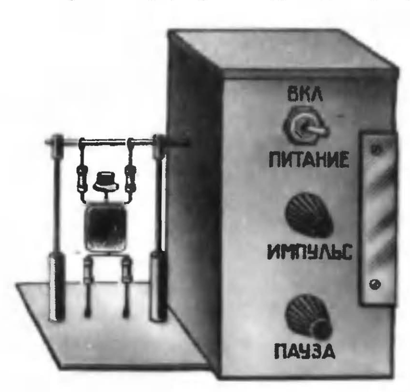


Рис. 8. Забавный гимнаст

В электронном устройстве (рис. 10) работают три транзистора. На транзисторах VT1 и VT2 собран мультивибратор, вырабатывающий импульсы тока. Его транзисторы включаются попеременно — когда открыт VT1, закрыт VT2 и наоборот. В итоге на коллекторе, скажем, транзистора VT2 появляются импульсы тока, протекающего через резистор R6, транзистор VT2 и цепь база-эмиттер (эмиттерный переход) транзистора VT3.

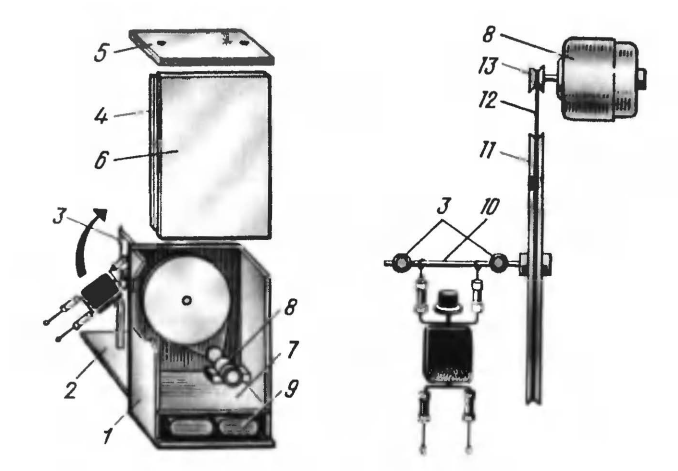


Рис. 9. Размещение деталей внутри корпуса игрушки

В цепях баз транзисторов включены цепи из последовательно соединенных постоянного и переменного резисторов. Эти цепи регулировки длительности импульса и паузы. Постоянные резисторы нужны, чтобы ограничить ток базы транзисторов при крайних нижних, по схеме, положениях движков переменных резисторов (т. е. когда переменные резисторы закорочены).

Импульсы тока мультивибратора поступают на усилитель, собранный на транзисторе VT3. В цепь коллектора транзистора включено электромагнитное реле K1. Когда транзистор VT2 открыт (во время импульса на его коллекторе), транзистор VT3 тоже открывается, срабатывает реле. Его подвижные контакты групп K1.1 и K1.2 замыкаются с нижними (по схеме) неподвижными контактами. Во время же паузы транзисторы VT2 и VT3 закрываются и подвижные контакты реле возвращаются в исходное положение, показанное на схеме.

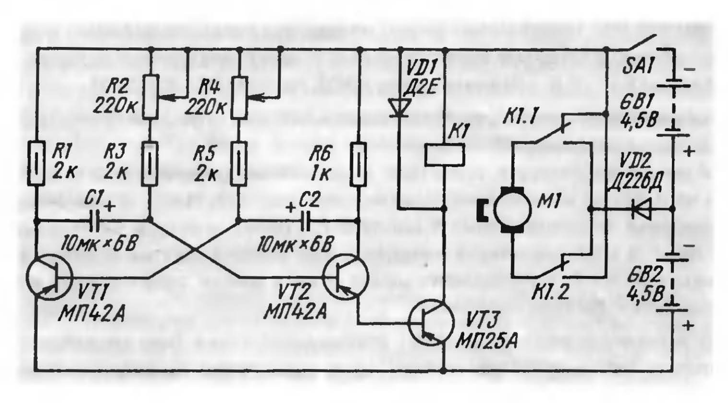


Рис. 10. Схема электронного устройства игрушки

2 Зак. 5487

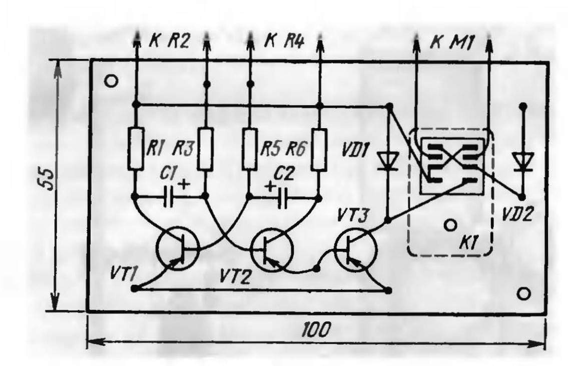


Рис. 11. Монтажная плата электронного устройства

В любом из положений контактов на обмотку электродвигателя M1 будет подаваться постоянное напряжение с батареи питания GB1 (когда, конечно, замкнуты контакты выключателя SA1). Но полярность напряжения в каждом случае будет разная. Поэтому при срабатывании реле ось электродвигателя будет вращаться в одну сторону, а при отпускании — в другую. Кроме того, в зависимости от установленных переменными резисторами R2 и R3 длительностей импульса и паузы мультивибратора будет изменяться продолжительность подачи на электродвигатель напряжения той или иной полярности. А это, в свою очередь, определяет продолжительность вращения фигурки гимнаста в ту или другую сторону.

Мультивибратор с усилителем тока питается от двух последовательно соединенных батарей — GB1 и GB2, а электродвигатель — только от батареи GB1. Чтобы после выключения питания (выключателем SA1) электродвигатель и транзисторы не потребляли ток от батареи GB2, установлен развязывающий диод VD2. С назначением диода VD1 вы уже знакомы по предыдущим конструкциям.

Вместо МП42А можно использовать любые другие транзисторы серий МП39—МП42, а вместо МП25А—МП25Б, МП42А, МП42Б. Диод Д2Е можно заменить на Д226 с любым буквенным индексом. Постоянные и переменные резисторы — любого типа, рассчитанные на мощность рассеяния не менее 0,25 Вт, конденсаторы — типа К50-3, К50-6 емкостью 10 мкФ на напряжение не ниже 6 В. Реле — типа РЭС6, паспорт РФ0.452.107 (такой номер пишут на корпусе реле), но подойдет и другое, с двумя группами контактов на переключение и током срабатывания не более 100 мА при напряжении 5 . . . 8 В (например, реле РЭС9, паспорт РС4.524.202).

Электродвигатель — любой, используемый в детских игрушках (например ДП-4, МДП-1). Батареи питания 3336.

Детали мультивибратора и усилителя тока, а также развязывающий диод смонтированы на плате из изоляционного материала (рис. 11). Плату *4* (см. рис. 9) крепят к выдвижной боковой стенке *6* корпуса *1*. Корпус игрушки изготавливают из толстого (5 . . . 6 мм) текстолита, гетинакса или фанеры. Внутри корпуса устанавливают перегородку *7*, а в образовавшемся отсеке между перегородкой и нижней стенкой корпуса — батареи питания *9*.

Сверху к перегородке приклеивают эпоксидным клеем (или эпоксидной шпаклевкой, используемой автолюбителями) электродвигатель *8*, к валу которого припаивают стальной (можно латунный или медный) шкив *13* диаметром 5 мм. Шкив соединяют тросиком *12* из капроновой лесы (или другого подходящего материала) с большим шкивом *11* (диаметром 90 мм), выточенным из стеклотекстолита, текстолита или гетинакса. Чтобы тросик не проскальзывал, его следует натереть порошком канифоли.

Большой шкив приклеен эпоксидным клеем к оси *10* перекладины, в качестве которой можно использовать отрезок стальной спицы. Ось пропущена через отверстие в боковой стенке корпуса и отверстия в стойках *3* перекладины. Между шкивом и стенкой корпуса на ось надета шайба, а на конец оси припаяна стальная втулка. Для уменьшения трения соприкасающиеся поверхности оси и стоек желательно отполировать. Стойки крепят к подставке *2*, приклеенной к дну корпуса. Сверху корпус закрывают крышкой *5*.


Рис. 12. Внешний вид игрушки с механическим "гимнастом"

Органы управления игрушкой — выключатель питания и переменные резисторы — установлены на передней стенке корпуса.

Фигурку гимнаста можно спаять из негодных радиодеталей или использовать подходящую готовую фигурку. К оси перекладины фигурку крепят жестко, иначе при вращении оси фигурка будет скользить и оставаться на месте или слегка покачиваться.

Игрушка начинает работать сразу и в налаживании не нуждается. Если же после ее включения электродвигатель будет вращать фигурку гимнаста лишь в одну сторону, нужно включить миллиамперметр на 100 . . . 200 мА последовательно с обмоткой реле и проверить работу усилителя тока. Если измеренный ток ниже тока срабатывания реле, возможной причиной может быть транзистор VT3 с низким коэффициентом передачи. Можно либо установить вместо него другой транзистор с большим коэффициентом, либо заменить реле.

Возможно, у вас сохранилась игрушка "гимнаст", состоящая из двух стоек-держателей, перемычки между ними и двух перекрещенных нитей в верхней части стоек, на которых укреплена фигурка гимнаста из фанеры. При нажатии на нижние концы стоек и небольшом сближении их фигурка приходит в движение и выполняет различные упражнения. Такую игрушку можно приспособить для наших целей. На подставке укрепляют игрушку так, чтобы одна из стоек была закреплена жестко, а вторая могла перемещаться и натягивать нити. К этой стойке внизу прикрепляют подвижный сердечник электромагнита-соленоида, обмотку которого подключают к источнику питания через нормально разомкнутые контакты реле. Электродвигатель и диод VD2 в этом случае, конечно, не понадобятся. При каждом срабатывании реле сердечник соленоида будет давить на нижний конец свободной стойки, как и при обычном пользовании игрушкой.

Внешне игрушка может выглядеть, как показано на рис. 12.

СЕРДИТЫЙ ЩЕНОК

На небольшой подставке стоит конура, а в ней лежит мохнатый щенок (рис. 13). Перед конурой стоит миска с лакомой костью. Стоит взять кость, как щенок выскакивает из конуры и начинает звонко лаять, его глаза ярко вспыхивают, словно от гнева. Так действует эта игрушка.

Электронная часть игрушки собрана по схеме, приведенной на рис. 14. Имитатор звука лая щенка состоих из двух мультивибраторов, соединенных между собой ин-

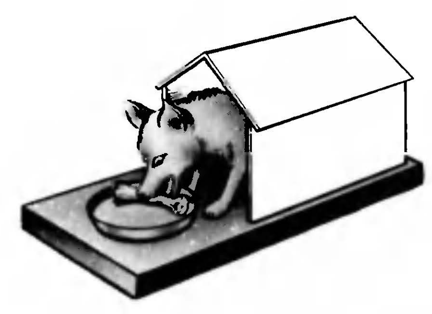


Рис. 13. Игрушка "Сердитый щенок"

тегрирующей цепью. Первый мультивибратор выполнен на транзисторах VT1 и VT2. Частота повторения (следования) вырабатываемых им импульсов, а также соотношение длительностей импульсов и пауз между ними зависит в основном от номиналов деталей времязадающих цепей C1, R1 и C2, R2. Они подобраны так, что длительности импульсов и пауз примерно равны, а импульсы следуют с частотой 15 ... ... 20 Гц. С такой же частотой срабатывает электромагнитное реле K1 и включает контактами K1.1 лампы HL1, HL2, размещенные в глазах щенка.

Импульсы мультивибратора, снимаемые с резистора нагрузки R3 другого плеча мультивибратора, подаются на интегрирующую цепь, состоящую из резистора R4 и конденсатора C3. Когда транзистор VT2 закрыт, конденсатор C3 заряжается от источника питания через резисторы R3 и R4. При открывании же транзистора VT2 конденсатор разряжается через него и резистор R4. В итоге напряжение на конденсаторе будет возрастать и убывать плавно — по экспоненциальному закону. Иначе говоря, благодаря включению интегрирующей цепи импульсы мультивибратора прямоугольной формы превращаются в сигнал специальной формы.

С интегрирующей цепи сигнал поступает на второй мультивибратор, выполненный на транзисторах VT3, VT4. Он вырабатывает импульсы частотой примерно 600 Гц. Частотозадающими цепями здесь являются R6, C4 и R7, R8, C5. С помощью подстроечного резистора R7 можно изменять частоту импульсов.

Если бы резистор R6 был подключен непосредственно к минусовому проводнику питания, частота мультивибратора оставалась бы неизменной. Но он соединен с конденсатором C3, напряжение на котором изменяется. Поэтому будет изменяться и частота мультивибратора, а при снижении напряжения на конденсаторе до определенного значения мультивибратор вообще перестанет работать. Эти факторы и определяют форму колебаний второго мультивибратора, имитирующих лай щенка. Чтобы громкость звука была достаточна в небольшом помещении, к мультивибратору подключен усилитель мощности на транзисторе VT5. В коллекторной цепи транзистора установлен выходной трансформатор T1, вторичная обмотка которого нагружена на динамическую головку BA1.

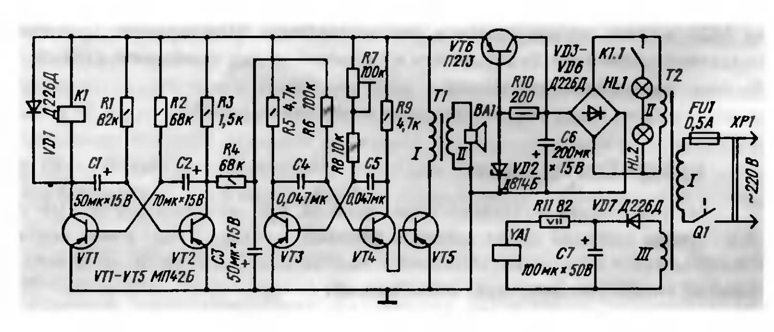


Рис. 14. Схема игрушки "Сердитый щенок"

Питается эта часть устройства стабилизированным напряжением около 8 В, получаемым с помощью стабилизатора, состоящего из стабилитрона VD2, балластного резистора R10 и регулирующего транзистора VT6. Постоянное напряжение на стабилизатор поступает с двухполупериодного выпрямителя на диодах VD3—VD6, а тот, в свою очередь, подключен к одной из вторичных обмоток понижающего трансформатора питания T2.

А что же заставляет щенка выскакивать из будки? Электромагнит YA1, втяжной сердечник которого соединен тягой со щенком. Как только на обмотку электромагнита поступает постоянное напряжение, сердечник втягивается внутрь каркаса с обмоткой и выдвигает щенка из будки. Когда же напряжение снимается, щенок под действием пружины возвращается на место. Питается электромагнит от однополупериодного выпрямителя на диоде VD7. Конденсатор C7 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а резистор R11 ограничивает ток через обмотку электромагнита.

Игрушка начнет действовать лишь тогда, когда будут замкнуты контакты выключателя Q1 и на первичной обмотке трансформатора появится переменное напряжение. А это произойдет в том случае, если возьмут кость из миски. Тогда контакты выключателя, на которые давила кость и размыкала их, замкнутся и подадут на трансформатор сетевое напряжение.

Теперь о радиодеталях. Транзисторы VT1—VT5 могут быть серий МП39—МП42 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 20, транзистор VT6 — любой из серий П213—П216. Вместо стабилитрона Д814Б подойдет Д809, вместо диодов Д226Д — любые другие диоды этой серии.

Постоянные резисторы, кроме R11, — МЛТ-0,5 (R10) и МЛТ-0,25 (остальные), подстроечный R7 — СП2-3а, СП3-1б, СП-0,4 или другой малогабаритный, мощностью от 0,25 Вт. Резистор R11 может быть проволочный остеклованный (типа ПЭВ) мощностью 7,5; 10 Вт или составлен из четырех параллельно соединенных резисторов МЛТ-2 сопротивлением по 330 Ом. Номинал резистора зависит от напряжения на обмотке III трансформатора и параметров электромагнита.

Конденсаторы C4, C5 — МБМ, остальные К50-6 (C2 составлен из двух параллельно соединенных конденсаторов — емкостью 20 и 50 мкФ). Реле может быть РЭС6 (паспорт РФ0.452.146), РЭС10 (паспорт РС4.524.303) или другое, с напряжением срабатывания не более 7,5 В при токе до 70 мА. Чем меньше ток срабатывания реле, тем меньше будет нагреваться транзистор VT1.

Выходной трансформатор — от малогабаритного транзисторного приемника, например "Селга", "Сокол", "Альпинист" (используется половина первичной обмотки). Трансформатор можно изготовить самим, использовав магнитопровод Ш4×8 или другой, сечением сердечника до 1 см². Обмотка I должна содержать 700 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка II — 100 витков ПЭВ-1 0,23. Динамическая головка может быть мощностью 0,25 —1 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 6 ... ... 10 Ом. Чем мощнее головка и меньше сопротивление ее звуковой катушки, тем громче будет звук.

Трансформатор питания может быть также готовый, мощностью не ниже 10 Вт и с напряжением на обмотке II 10 ... 12 В при токе до 100 мА, а на обмотке III — 20 ... 22 В при токе до 250 мА. Самодельный трансформатор выполняют на магнитопроводе сечением сердечника 4 см² (например, железо Ш20, набор 20 мм). Обмотка I должна содержать 2750 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка II — 137 витков ПЭВ-1 0,25, обмотка III — 275 витков ПЭВ-1 0,4.

Электромагнит самодельный. Его обмотку наматывают на каркасе (рис. 15), выточенном из изоляционного материала (гетинакс, текстолит, органическое стек-

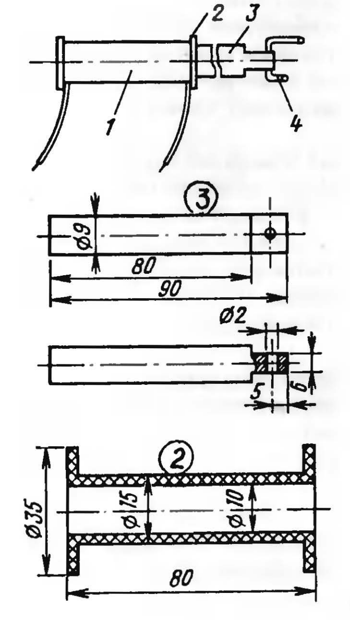


Рис. 15. Каркас электромагнита

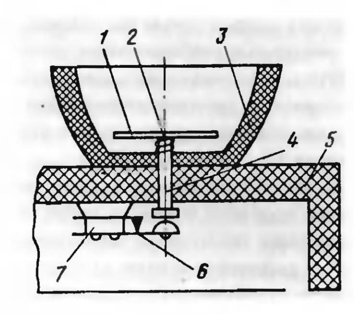


Рис. 16. Конструкция сетевого выключателя

ло), — 2000 . . . 2500 витков провода ПЭВ-1 0,25. Внутрь каркаса вставляют сердечник, выточенный из стали. К сердечнику прикрепляют проволочную тягу, которую позже подцепляют к фигурке щенка. Подойдет готовый электромагнит, например, от ламповых магнитофонов типа "Комета".

Сетевой выключатель Q1 — также самодельный. Его конструкция показана на рис. 16. На основании игрушки *5* укреплена миска *3*, внутри которой расположен подтарельник *1* с прикрепленным к нему штоком *4*. На шток надета пружина *2*, которая оттягивает подтарельник вверх. При этом контактные пластины *6* (это могут быть пластины от электромагнитного реле), закрепленные на стойке *7* из изоляционного материала, замыкаются. Когда же на подтарельник кладут кость, шток опускается и отводит нижнюю контактную пластину от верхней. Цепь питания игрушки размыкается.

Сигнальные лампы HL1 и HL2 — на напряжение 6,3 или 12 В (в этом случае лампы соединяют параллельно).

Детали мультивибраторов и усилителя мощности монтируют на одной плате (рис. 17), а выпрямителей со стабилизатором — на другой (рис. 18). Платы укреп-

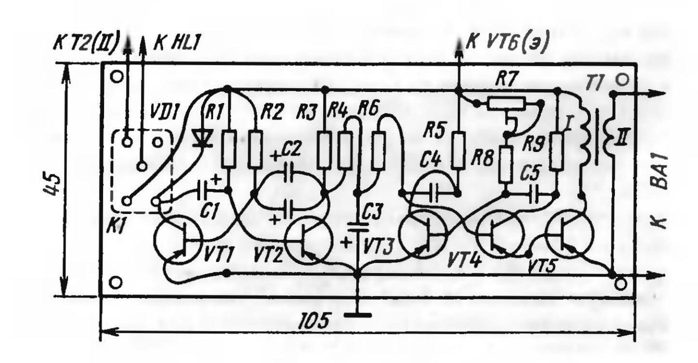


Рис. 17. Монтажная плата мультивибраторов и усилителя мощности

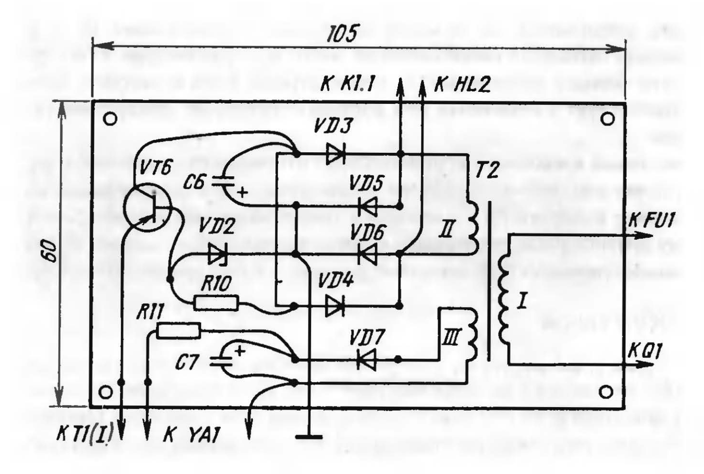


Рис. 18. Монтажная плата выпрямителей со стабилизатором

ляют внутри подставки, которую изготавливают, например, из фанеры толщиной 5 . . . 8 мм. Там же размещают выходной и понижающий трансформаторы, электромагнит. Тягу электромагнита соединяют с металлической пластиной—рычагом, пропущенной через продольную прорезь в подставке и прикрепленную к фигурке щенка. Напротив тяги к пластине присоединяют пружину (или резину), закрепленную на стенке подставки. Натяжение пружины (или резины) должно быть таким, чтобы в исходном состоянии щенок находился в будке, а при срабатывании электромагнита высовывался примерно на 40 . . . 50 мм. Снизу подставка должна обязательно закрываться, чтобы игрушка была безопасной. Для подключения игрушки к сети через отверстие в задней стенке выводят сетевой шнур с вилкой на конце.

Динамическую головку можно прикрепить к боковой стенке будки (ее изготавливают из такого же материала, что и подставку) так, чтобы диффузор находился под некоторым углом к стенке и был направлен в сторону отверстия, из которого будет высовываться щенок.

Налаживание игрушки начинают с проверки работы второго мультивибратора, собранного на транзисторах VT3, VT4, и усилителя мощности на транзисторе VT5. Верхний (по схеме) вывод резистора R6 временно отключают от конденсатора C3 и подключают к минусу питания. Замкнув контакты выключателя Q1, убеждаются в появлении звука в динамической головке. Подбором емкости конденсаторов C4, C5 и перемещением движка подстроечного резистора устанавливают наиболее подходящую тональность звучания.

Затем восстанавливают соединение резистора R6 с конденсатором C3 и проверяют действие первого мультивибратора. В динамической головке должны раздаваться звуки, напоминающие лай щенка. Возможно, придется точнее установить движок подстроечного резистора, чтобы добиться нужного звучания. Частоту следования звуков при необходимости можно изменять подбором конденсаторов C1 и C2. В этом случае будет изменяться и частота вспышек ламп в глазах щенка.

Если же при включении игрушки не будет никаких звуков, следует проверить работу выпрямителя и стабилизатора. Для этого сначала нужно измерить выпрямленное напряжение на конденсаторе C6 — оно не должно быть менее 10 и более 16 В. Затем измерить напряжение на стабилитроне — оно должно быть менее вы-

прямленного напряжения, но не менее напряжения стабилизации (8...9,5 В). Остается измерить выходное напряжение на эмиттере транзистора VT6 — оно должно быть немного меньше напряжения на стабилитроне. Если в какой-то цепи напряжение не соответствует указанному или вообще отсутствует, следует найти причину и устранить ее.

Сразу же после включения игрушки будет втягиваться сердечник электромагнита. Если усилия сердечника окажется недостаточно для перемещения щенка, придется поставить резистор R11 с меньшим сопротивлением или вообще изъять его. В случае же интенсивного перемещения щенка и появления щелчка от втягивающегося сердечника резистор R11 заменяют другим, с большим сопротивлением.

КУКУШКА

"Ку-ку, ку-ку, ку-ку..." — эти звуки доносятся из небольшой шкатулки (рис. 19), на крышке которой находится фигурка кукушки. Но стоит снять фигурку или приподнять ее над шкатулкой — звуки прекращаются. Секрет в том, что к основанию фигурки приклеен небольшой постоянный магнит, а внутри шкатулки около крышки расположен геркон — герметизированный контакт. Эта деталь представляет собой две контактные пружины, запаянные в стеклянную трубку. Когда к геркону приближают магнит, то под действием магнитного поля контактные пружины (они из ферромагнитного материала) изгибаются и касаются друг друга. Цепь питания электронного имитатора звука кукушки замыкается.

Принципиальная схема имитатора приведена на рис. 20. В нем десять транзисторов. На транзисторах VT7 и VT8 собраны генераторы тона, вырабатывающие сигналы, соответствующие первому и второму звукам голоса кукушки (они, как вы знаете, разной тональности). Но генераторы не должны работать постоянно, их нужно включать поочередно. Для этого служат каскады на транзисторах VT3, VT4 (для первого генератора) и VT5, VT6 (для второго генератора). Можно считать эти каскады своеобразными формирователями напряжения смещения, открывающего транзисторы генераторов и обеспечивающие их работу. Управляющий сигнал на формирователи поступает с задающего генератора — мультивибратора на транзисторах VT1 и VT2. Когда на коллекторе транзистора VT2 появляется импульс отрицательной полярности (иначе говоря, транзистор закрывается, и напряжение на его коллекторе возрастает скачком), то такой же импульс появляется на коллекторе транзистора VT4, а затем и на коллекторе VT6. Сначала включается первый генератор, е затем (через некоторое время, определяемое задержкой прохождения сигнала в каскадах на транзисторах VT5, VT6) — второй.

Снимаемый с общей части нагрузки генераторов тона (резистора R23) сигнал поступает на усилитель звуковой частоты, собранный на транзисторах VT9, VT10. Нагрузкой усилителя является динамическая головка BA1, подключенная через выходной трансформатор T1.

Игрушка начнет работать, как только замкнутся контакты геркона SA1 и подключат к ней источник питания GB1. Параллельно источнику подключен конденсатор C16 сравнительно большой емкости, предотвращающий самовозбуждение устройства из-за связи между каскадами через источник питания.

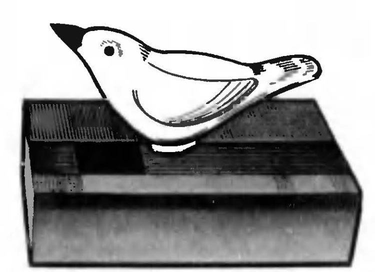


Рис. 19. Внешний вид игрушки "Кукушка"

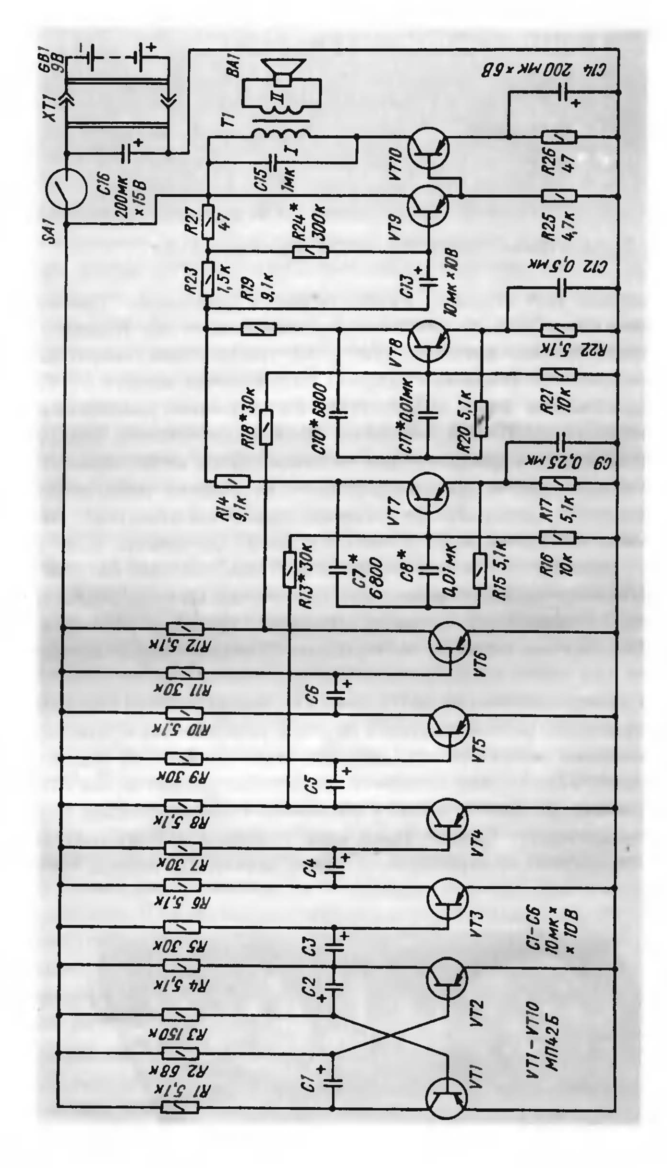


Рис. 20. Схема имитатора звука кукушки

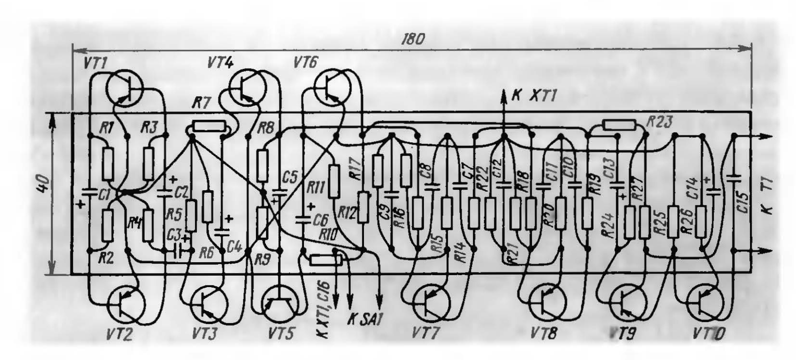


Рис. 21. Монтажная плата имитатора звука кукушки

При подборе деталей для игрушки нужно помнить следующее. Транзисторы мультивибратора должны быть со статическим коэффициентом передачи тока 40 . . . 60, транзисторы формирователей — 20 . . . 40, транзисторы генераторов тона — 90 . . . 100, транзисторы усилителя — 60 . . . 100. Конечно, вместо МП42Б подойдут и другие транзисторы серий МП39—МП42 с указанными коэффициентами передачи. Все резисторы — МЛТ-0,25, оксидные (электролитические) конденсаторы — К50-6, К50-3 или другие, рассчитанные на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме. Выходной трансформатор — от любого малогабаритного транзисторного приемника (используется половина первичной обмотки). Динамическая головка — малогабаритная, мощностью 0,1 — 0,5 Вт (например, 0,25 ГД-19). Источник питания — батарея "Крона", аккумулятор 7Д-0,1 или две батареи 3336, соединенные последовательно. Для первых двух источников можно использовать в качестве разъема XT1 колодку от негодной "Кроны", третий подключать с помощью канцелярских скрепок с припаянными к ним проводниками от конденсатора C16.

Детали имитатора смонтированы на плате (рис. 21), вырезанной из изоляционного материала. Для подпайки выводов деталей на плате установлены контактные лепестки. Плата с помощью металлических уголков устанавливается вертикально внутри шкатулки (рис. 22). На две шкатулки укреплены динамическая головка, выходной трансформатор, батарея "Крона" с разъемом и конденсатором C16 (его выводы подпаяны к разъему). Геркон (типа КЭМ-1, КЭМ-2 или другой) можно припаять к лепесткам стоек, прикрепленных к дну шкатулки, либо с помощью

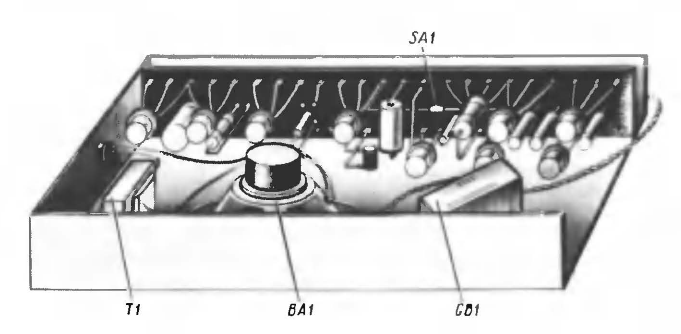


Рис. 22. Размещение деталей внутри корпуса кукушки

толстых медных проводников соединить с соответствующими лепестками на монтажной плате. В любом случае геркон должен быть максимально приближен к крышке шкатулки.



Рис. 23. Выносная акустическая система

Если геркон не удастся приобрести, не огорчайтесь. Выключатель может быть самодельный в виде двух пластин, укрепленных на внутренней стороне крышки и с выходящим наружу толкателем от одной из пластин. Когда фигурку кукушки ставят на толкатель, пластины замыкаются и включают имитатор звуков. Можно воспользоваться конструкцией выключателя, примененной в предыдущей игрушке.

Налаживание имитатора начинают с генераторов тона. Выводы резисторов R13 и R18 временно отключают от коллекторов соответствующих транзисторов и подключают каждый через кнопочный выключатель (например, звонковую кнопку) к минусовому выводу источника питания. Выводы геркона замыкают. Нажимая поочередно кнопки выключателей, прослушивают работу генераторов и устанавливают их частоты подбором конденсаторов C7, C8 для первого генератора и C10, C11 для второго так, чтобы тональность первого генератора была несколько выше, чем второго. Если звук будет казаться звонким, нужно взять конденсатор C15 большей емкости. При слишком заглушенном звуке емкость конденсатора должна быть меньше.

Вновь подключив указанные резисторы к коллекторам транзисторов, проверяют работу мультивибратора и формирователей и окончательно устанавливают (если это понадобится) частоты генераторов подбором резисторов R13 и R18. Продолжительность работы генераторов корректируют подбором конденсаторов C4 и C5, а периодичность "кукования" — подбором конденсаторов C1 и C2.

Правдоподобность звука имитатора во многом зависит от акустики корпуса, в котором размещена динамическая головка. Лучшие результаты удается получить при подключении к имитатору выносной акустической системы (рис. 23) — металлического стакана с размещенной внутри (примерно в середине) динамической головкой. В этом варианте можно предусмотреть дополнительный разъем на корпусе имитатора для подключения выносной системы. Разъем должен быть включен так, чтобы при работе выносной системы внутренняя головка отключалась.

Имитатор звуков кукушки можно собрать и по несколько иной схеме, приведенной на рис. 24. Он состоит из генератора синусоидальных колебаний, собранного на транзисторе VT3, мультивибратора на транзисторах VT1, VT2 и усилителя звуковой частоты на транзисторе VT4. Мультивибратор позволяет изменять частоту и длительность колебаний генератора, а также длительность пауз между пачками синусоидальных колебаний. В результате создаются звуковые сигналы, имитирующие зов кукушки.

Познакомимся подробнее с работой имитатора. Начнем с того момента работы мультивибратора, когда транзистор VT1 открыт, а VT2 закрыт. Тогда будет закрыт и диод VD5, поскольку подаваемого на него через резистор R13 напряжения недостаточно для открывания. При этом частота сигнала генератора будет определяться контуром, образованным обмоткой I трансформатора и емкостью конденсатора C6. Длительность сигнала, соответствующего первому звуку зова кукушки, определяется продолжительностью разрядки конденсатора C1 через резисторы R1 и R2.

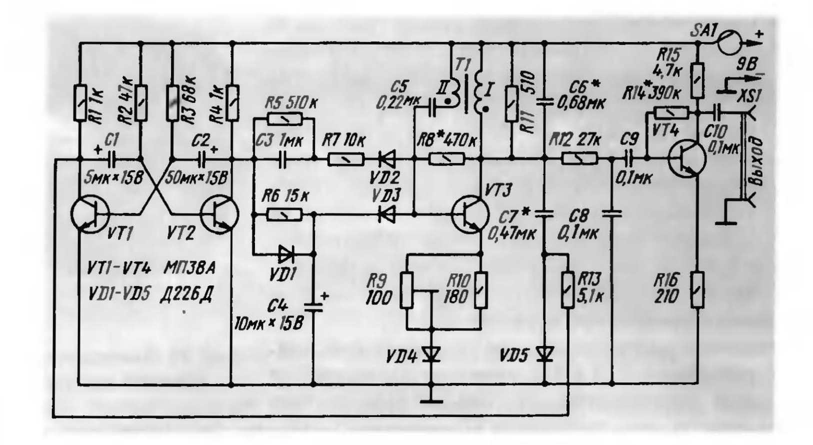


Рис. 24. Вариант схемы имитатора звука кукушки

Когда мультивибратор изменит свое состояние (транзистор VT1 закроется, а VT2 откроется), диод VD5 откроется и подключит конденсатор C7 параллельно контуру генератора. Частота генератора понизится и станет соответствовать второму звуку зова кукушки. Длительность этого звука больше, чем первого, — ведь теперь она определяется продолжительностью разрядки конденсатора C2 через резисторы R3 и R4, а номиналы этих деталей значительно превышают номиналы таких же деталей в левом плече мультивибратора. После разрядки конденсатора мультивибратор возвращается в первоначальное состояние.

Итак, получены два звука, имитирующие зов кукушки и следующие друг за другом. Но настоящая кукушка издает звуки с паузой между первой и последующей парами звуков. Для получения такой паузы служит цепь R6, C4, VD1, VD3. Во время первого звука, когда транзистор VT2 закрыт, конденсатор C4 быстро заряжается (через резистор R4 и диод VD1) до напряжения источника питания. Диод VD3 при этом закрыт, генератор работает. Когда же транзистор VT2 откроется, конденсатор C4 начнет разряжаться через него и резистор R7. Одновременно откроется и диод VD3, вследствие чего база транзистора VT3 окажется подключенной через конденсатор C4 к общему проводу. Генератор выключится до тех пор, пока мультивибратор не изменит своего состояния.

При переходе от первого звука зова кукушки ко второму возникает процесс, при котором вместо "ку-ку" слышится "ку-лу". Чтобы устранить этот эффект, введена цепь R5, C3, Р7, VD2. Когда транзистор VT1 закрывается, а VT2 открывается, отрицательный импульс напряжения с коллектора VT2 поступает через цепь C3, R7, VD2 на базу транзистора VT3 и закрывает его на время перехода с одной частоты на другую. В остальное время конденсатор C3 разряжается через резистор R5.

Для более точной установки рабочей точки транзистора VT3 введен подстроечный резистор в его эмиттерной цепи (резистор R9), а для улучшения процесса коммутации генератора введен диод VD4.

Через фильтр нижних частот R12C8 сигнал с генератора поступает на предварительный усилитель, выполненный на транзисторе VT4. С нагрузки усилителя (резистора R15) сигнал подается далее на разъем XS1, к которому подключают мало-

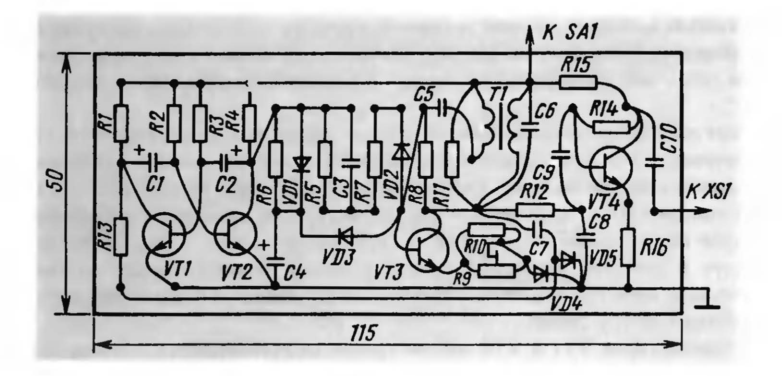


Рис. 25. Монтажная плата имитатора

мощный усилитель с входным сопротивлением не менее 30 кОм. Если входное сопротивление усилителя значительно меньше, сигнал снимают с эмиттерного резистора R16. В качестве усилителя подойдет, например, усилитель предыдущей конструкции (каскады на транзисторах VT9 и VT10).

Помимо указанных на схеме, в этом имитаторе можно использовать другие маломощные кремниевые транзисторы структуры *n-p-n* со статическим коэффициентом передачи тока 60...80. Диоды — любые из серий Д226, КД102—КД105. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, подстроечный R9 — СП3-1б, оксидные конденсаторы — К50-6, остальные — любого типа. Трансформатор — от любого малогабаритного транзисторного радиоприемника (выходной трансформатор). В качестве обмотки I используется высокоомная обмотка трансформатора, в качестве обмотки II — низкоомная. В некоторых случаях при неустойчивой работе генератора приходится использовать половину высокоомной обмотки. Выключателем питания SA1 может быть любой малогабаритный геркон с нормально разомкнутыми или переключающими контактами. Источник питания — батарея "Крона" или две последовательно соединенные 3336.

Детали имитатора монтируют на монтажной плате (рис. 25) из изоляционного материала.

Налаживание имитатора начинают с проверки работы генератора при отключенном мультивибраторе (для этого достаточно замкнуть выводы эмиттера и базы любого из транзисторов — VT1 или VT2). Если генератор не работает (в динамической головке усилителя нет звука), меняют местами подключение выводов любой из обмоток трансформатора. Устойчивой работы генератора добиваются также подстроечным резистором R9, но его сопротивление должно быть возможно большим.

После этого включают мультивибратор и прослушивают звуки имитатора. Для правильной имитации тональности звука настоящей кукушки частоты сигналов генератора должны быть возможно более низкими и относиться друг к другу примерно как 5 к 4 — это достигается более точным подбором конденсаторов C6 и C7.

"КАПРИЗУЛЯ"

В небольшой игрушечной кроватке сидит кукла с протянутыми ручонками — просит взять ее на руки. Но стоит уложить ее в кровать, как раздаются слова "Мама, мама, мама". Так выглядит эта игрушка. Внутрь кроватки вмонтирован

электронный имитетор звуков и геркон, включающий питание, а к кукле приклеен малогабаритный постоянный магнит. Когда куклу кладут в кроватку, на имитатор звуков поступает напряжение питания и в динамической головке слышатся звуки "Мама".

Схема имитатора приведена на рис. 26. Он состоит из трех мультивибраторов. На транзисторах VT6, VT7 собран мультивибратор, генерирующий колебания звуковой частоты. Они усиливаются каскадом на транзисторе VT8 и слышатся из динамической головки BA1, подключенной к каскаду через выходной трансформатор T1.

Второй мультивибратор выполнен на транзисторах VT4, VT5 и служит для периодического включения первого. Поскольку между мультивибраторами имеется интегрирующая цепь R9, C5, звук в динамической головке будет плавно нарастать и затем спадать, как у сирены.

На трензисторах VT1 и VT2 собран третий мультивибратор. Каскад на транзисторе VT3 — усилитель тока, нагруженный на электромагнитное реле K1. При работе этого мультивибратора контакты K1.1 реле периодически подключают конденсатор C8 параллельно динамической головке, что и обеспечивает имитацию нужного слова.

В имитаторе можно использовать транзисторы МП39 — МП42 со статическим коэффициентом передачи тока 30...100, причем у транзисторов VT4, VT5 этот параметр должен быть по возможности одинаковым или близким. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125, оксидные конденсаторы — К50-6, К50-12, К50-3 и другие, на номинальное напряжение не ниже 10 В, остальные конденсаторы — БМ-2, МБМ или аналогичные.

Электромагнитное реле — РЭС10, паспорт РС4.524.305, с сопротивлением обмотки около 1800 Ом. Но реле нужно доработать. Сначала с него аккуратно снимают крышку и ослаблением пружин добиваются срабатывания реле при напряжении 6...7 В, а затем ставят крышку и приклеивают ее, например, нитроцеллюлозным клеем. Вместо РЭС10 подойдет реле РЭС22, паспорт РФ4.500.131, но у него нужно удалить три группы контактов из четырех. Такое реле придется вынести за пределы платы или несколько увеличить плату. Можно применить любое другое реле, срабатывающее при напряжении 5...7 В и токе до 30 мА.

В качестве T1 подойдет выходной трансформатор (используется половина первичной обмотки) от транзисторных приемников с выходной мощностью 0,25...0,5 Вт. При желании можно сделать самодельный трансформатор, выполненный на магнитопроводе Ш4×8 (или большей площади). Его первичная (коллекторная) обмотка должна содержать 700 витков провода ПЭВ-1 0,1, вторичная — 100 витков ПЭВ-1 0,23. Динамическая головка BA1 — 0,1ГД-6, 0,25ГД-10, 0,5ГД-17, 1ГД-28 или подобная, со звуковой катушкой сопротивлением 6...10 Ом и мощностью от 0,1 до 1 Вт.

Геркон SA1 — КЭМ-2 или КЭМ-8. При отсутствии геркона можно установить

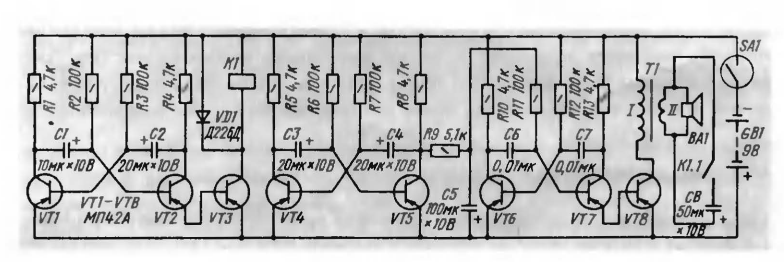


Рис. 26. Схема игрушки "Капризуля"

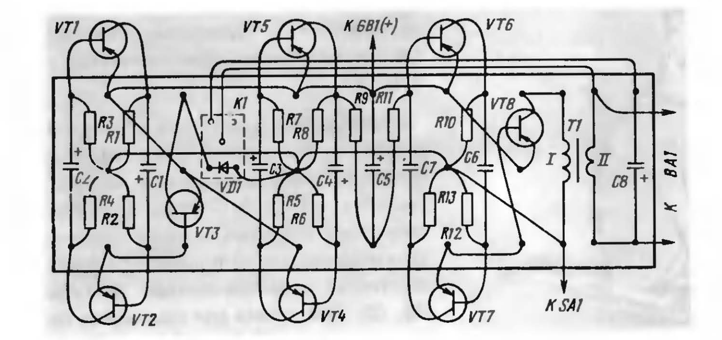


Рис. 27. Монтажная плата имитатора звука

обычные контактные пластины, замыкающиеся под массой лежащей куклы. Источник питания — батарея "Крона".

Детали игрушки, кроме динамической головки, источника питания и выключателя, смонтированы на плате (рис. 27) из изоляционного материала.

Проверку игрушки начинают с первого мультивибратора и усилителя звуковой частоты. Верхний (по схеме) вывод резистора R11 временно соединяют с минусовым проводником питания, выводы геркона (или выключателя) замыкают проволочной перемычкой, а контакты K1.1 отключают. Если детали исправны и в монтаже нет ошибок, в динамической головке будет слышен непрерывный звук, тональность которого можно изменять подбором конденсаторов C6 и C7.

Далее восстанавливают соединение резистора R11 с цепью R9, C5. Должен послышаться звук, напоминающий звук сирены. Подбором резисторов R9, R11 (иногда и R12) и конденсатора C5 добиваются плавного нарастания и последующего спада звука. Причем номиналы резисторов R11, R12 рекомендуется изменять лишь в сторону их увеличения во избежание появления искажений. Продолжительность одного цикла звучания сирены (от начала нарастания до окончания спада звука) должна составлять 1,5...2 с — регулируют этот параметр подбором конденсаторов C3 и C4.

После настройки электронной сирены подключают контакты K1.1 и подбором конденсаторов C1, C2 добиваются, чтобы контакты замыкались на время примерно 0,5 с и находились в разомкнутом состоянии около 1с. Эту операцию удобно выполнять, прослушивая щелчки якоря реле. А чтобы не мешал звук сирены, базу транзистора VT7 замыкают на плюсовой проводник питания. После удаления перемычки в динамической головке должно достаточно четко раздаваться немного протяжное, как бы капризное, слово "Мама". Звучание корректируют более точным подбором резисторов R2 и R3.

ЛАСКОВЫЙ КОТЕНОК

На небольшой шкатулке стоит игрушечный котенок (рис. 28) — одна из любимых детских игрушек. Электроника позволила "оживить" его — достаточно погладить котенка по головке, как глаза его зажгутся и раздастся ласковое "мяу". Секрет в том, что верхняя крышка шкатулки подвижная и связана с контактами выключателя. Когда гладят котенка и нажимают на него, контакты выключателя

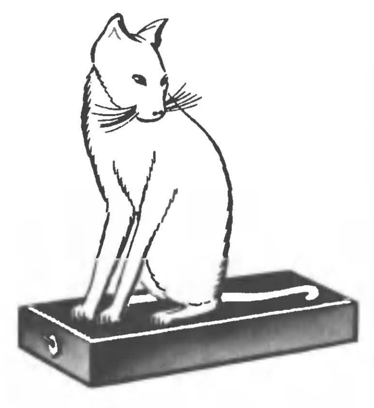


Рис. 28. Игрушка "Ласковый котенок"

замыкаются и подается питание на имитатор звуков "мяу". Одновременно со звуками зажигаются лампочки, установленные в глазах игрушки.

Прежде чем приступить к изготовлению имитатора, познакомимся с его работой по принципиальной схеме, приведенной на рис. 29. На транзисторах VT1 и VT2 собран генератор-мультивибратор, вырабатывающий импульсы прямоугольной формы. С коллектора транзистора VT2 импульсы мультивибратора поступают на цепь R5, C3. Она нужна для получения плавно нарастающего напряжения на конденсаторе C3. Именно такое напряжение необходимо, чтобы управлять другим генератором — на транзисторе VT3. Это генератор синусоидальных колебаний частотой около 800 Гц.

Но частота колебаний второго генератора и их амплитуда не постоянны — они зависят от сигнала, поступающего на базу транзистора с конденсатора C3 (через резистор R6). Иначе говоря, форма колебаний генератора определяется сигналом мультивибратора. В результате на нагрузке генератора (обмотка I трансформатора T1) появляются сигналы звуковой частоты, напоминающие звуки "мяу". Со вторичной обмотки трансформатора сигналы поступают на усилитель звуковой частоты, собранный на транзисторах VT4, VT5. На выходе усилителя включен трансформатор T2 с динамической головкой BA1 — из нее и слышны мяукающие звуки.

Со вторичной обмотки трансформатора T1 сигнал поступает также на другой усилитель, собранный на транзисторах VT6—VT8. На его выходе включены лампы HL1 и HL2, вмонтированные в глаза котенка. Они вспыхивают одновременно с появлением сигнала в динамической головке.

Теперь о деталях имитатора. Кроме указанных на схеме, можно применить другие низкочастотные германиевые транзисторы структуры *p-n-p* с коэффициентом передачи тока не менее 20. Кроме того, транзисторы должны быть рассчитаны на

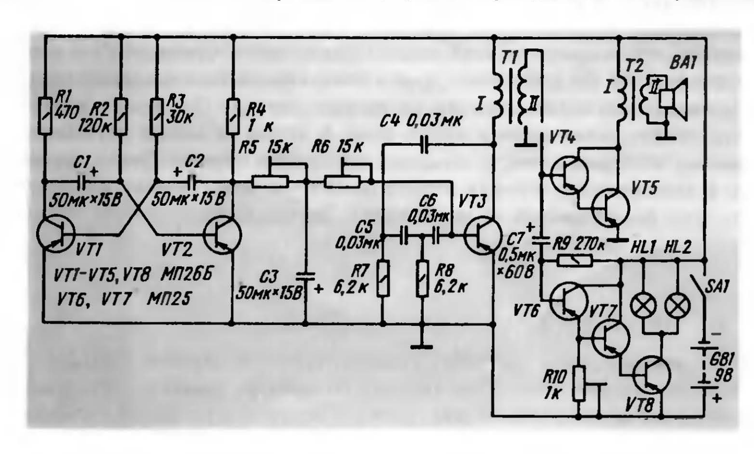


Рис. 29. Схема игрушки "Ласковый котенок"

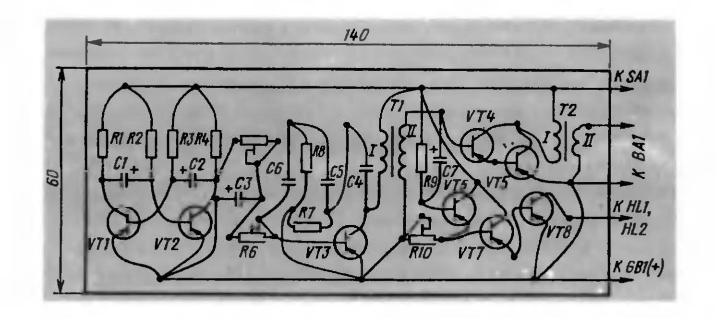


Рис. 30. Монтажная плата игрушки

допустимый ток коллектора в режиме переключения не менее 200 мА и напряжение между коллектором и эмиттером не ниже 10 В.

Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, построечные R5, R6, R10 — СП3-16 или ПО-0,5. Оксидные конденсаторы C1 — C3 — К50-6, C7 — ЭМ, К53-1 (емкостью 0,47 мкФ) или бумажный (например, МБМ), остальные конденсаторы — любого типа, но возможно меньших размеров.

Лампы — малогабаритные, типа НСМ-50. Их отличительной особенностью является небольшой ток потребления — менее 50 мА. В крайнем случае их можно заменить другими лампами, например от карманного фонаря, но на возможно меньший ток потребления.

Трансформатор T1 — универсальный согласующий от карманных приемников. Такие трансформаторы применяются в приемниках с усилителями, выполненными по двухтактной схеме. Обмотка I трансформатора содержит большее число витков (и обладает бо́льшим сопротивлением), чем обмотка II. Кроме того, обмотка II выполнена с отводом от середины, в нашем случае отвод не используется, поскольку обмотка должна быть включена полностью.

Трансформатор T2 — унифицированный, но выходной от таких же приемников. Его обмотка I содержит также большее число витков по сравнению с обмоткой II, но имеет отвод от средней точки. В имитаторе используется лишь половина первичной обмотки. Динамическая головка — любая малогабаритная (например, 0,1ГД-6) мощностью не более 0,5 Вт и со звуковой катушкой сопротивлением постоянному току 4 . . . 10 Ом.

Источник питания — две последовательно соединенные батареи 3336. Из-за сравнительно большого потребляемого тока применять для питания имитатора батарею "Крона" нецелесообразно.

Часть деталей расположите на монтажной плате (рис. 30), вырезанной из изоляционного материала. Плату укрепите внутри подходящей готовой или самодельной шкатулки. На одной из боковых стенок шкатулки расположите динамическую головку, а к дну шкатулки прикрепите металлическими скобками батареи питания. Сигнальные лампы вставьте в глаза и соедините их тонкими проводниками в изоляции с платой. Еще лучше для этих целей использовать малогабаритный разъем, установленный на задней стенке шкатулки, — тогда игрушку можно будет снимать со шкатулки.

Конструкция выключателя может быть любой, важно, чтобы его контакты были разомкнуты при лежащей на шкатулке игрушке и замыкались, как только на иг-

4 Зак 5487

рушку слегка надавят. Конечно, можно упростить конструкцию, установив на задней стенке шкатулки малогабаритный выключатель и подавая питание вручную.

Возможен и другой вариант, если игрушка больших размеров. Плату с источником питания и головкой размещают внутри котенка, а выключатель располагают снаружи в незаметном месте. В таком виде игрушка станет хорошим сувениром.

Перед налаживанием имитатора движки подстроечных резисторов R5, R6 устанавливают в правое (по схеме) положение, а резистора R10 — в нижнее. Иначе говоря, вводят сопротивления этих резисторов. Подают напряжение питания. Если детали исправны и нет монтажных ошибок, из динамической головки должны послышаться звуки, напоминающие мяуканье котенка. Перемещением движков подстроечных резисторов R5 и R6 добиваются наиболее правдоподобного звучания. Перемещением же движка резистора R10 устанавливают начало свечения ламп-глаз (в зависимости от громкости звука) и ограничивают их максимальную яркость. При этом может потребоваться подбор резистора R9 или выключение между базой и эмиттером транзистора VT8 резистора сопротивлением около 1 кОм.

В заключение желательно проверить ток, потребляемый имитатором. Для этого выключают питание, а параллельно контактам выключателя подсоединяют миллиамперметр на 100 . . . 200 мА. Максимальный ток не должен превышать 50 мА. При большем токе придется уменьшить яркость свечения ламп подстроечным резистором R10.

"ОЗВУЧЕННЫЙ" ПАРОВОЗИК

Этот игрушечный паровозик (рис. 31) наверняка понравится малышам — ведь он не просто ездит по рельсам или по полу, но и имитирует звуки настоящего паровоза, более ста лет "трудившегося" на железных дорогах различных стран. Сейчас паровоз можно увидеть разве только в кинофильмах, да встретить на прилавках магазинов забавную игрушку-копию. "Озвучить" же игрушку поможет электроника.

О конструкции модели паровозика рассказывать не станем — ее нетрудно изготовить по фотографии паровоза, по чертежам журнала "Моделист-конструктор" или популярных брошюр для юных техников. Подойдет, конечно, и готовый игрушечный паровозик, приобретенный в магазине. В любом случае электронную "начинку", имитирующую звуки выпуска отработанного пара, желательно разместить внутри корпуса игрушки.

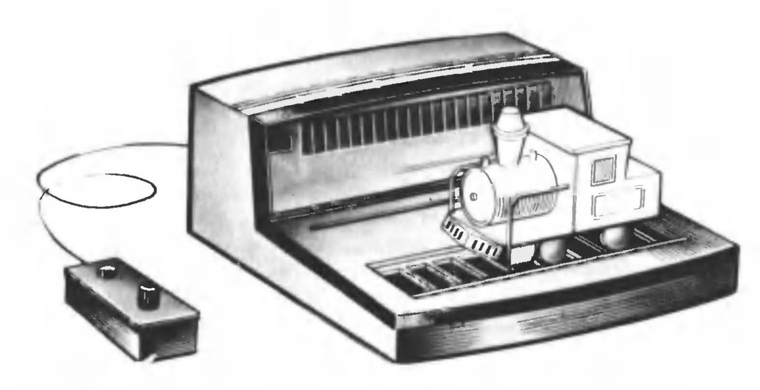


Рис. 31. "Озвученный" паровозик

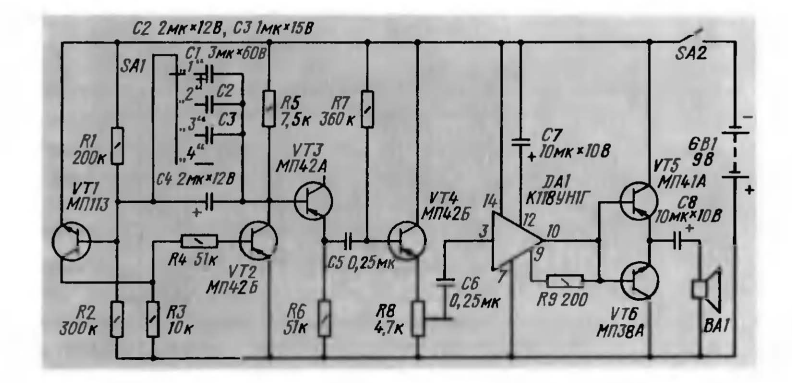


Рис. 32. Схема имитатора звука

А возможно, вы снабдите имитатором электрическую железную дорогу с паровозиком и вагончиками. Объединив в этом случае регулятор скорости движения паровозика и регулятор частоты "выпуска пара" имитатора, можно добиться интересного озвучивания электрической игрушки.

Схема имитатора приведена на рис. 32. Основой его является генератор "белого шума", создающий шипящий звук. Он выполнен на эмиттерном переходе транзистора VT3. С нагрузки генератора (резистор R6) сигнал поступает на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе VT4. Резистор нагрузки повторителя R8 является одновременно регулятором громкости. С его движка сигнал подается через конденсатор C6 на аналоговую интегральную микросхему DA1 — двухкаскадный предварительный усилитель звуковой частоты. Далее следует усилитель мощности, собранный на транзисторах VT5, VT6. К нему подключена через конденсатор C8 нагрузка — динамическая головка BA1. Из нее и слышится шум, сигнал которого формируется генератором.

А чтобы шумовой сигнал был прерывистым, схожим со звуком выпуска отработанного пара, генератор шума управляется мультивибратором, собранным на транзисторах VT1, VT2. Частоту следования импульсов мультивибратора можно изменять с помощью переключателя SA1. Когда он находится в положении "1", параллельно времязадающему конденсатору C4 подключается конденсатор C1. Импульсы мультивибратора следуют с небольшой частотой (минимальной для данного мультивибратора), в динамической головке слышны редкие звуки шума, характерные для паровоза, стоящего на остановке или следующего с небольшой скоростью.

По мере установки подвижного контакта переключателя в последующие положения ("2", "3", "4") общая емкость времязадающего конденсатора уменьшается, а значит, увеличивается частота "выпуска пара" — характерное "пуф-пуф" паровоза, слышимое из динамической головки.

В имитаторе можно использовать, помимо указанной на схеме, микросхему К118УН1В, К118УН1Д, либо микросхему старых выпусков — К1УС221В—К1УС221Д, но в этом случае придется несколько изменить чертеж монтажной платы и расположение деталей на ней. Транзистор МП113 заменим на МП111Б, МП112, МП102; МП38А — на любой из серий МП35—МП37; остальные — на любые транзисторы серий МП39—МП42.

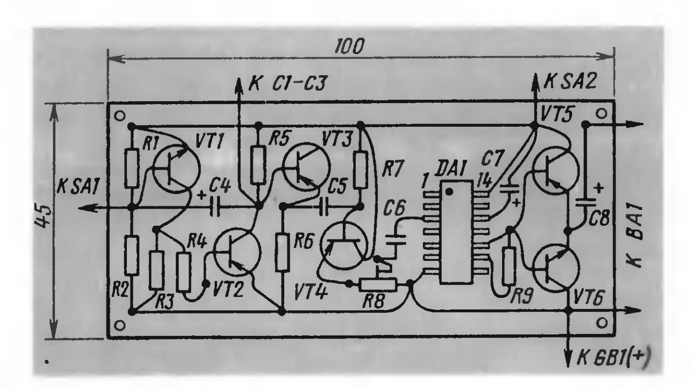


Рис. 33. Монтажная плата имитетора звука

Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, подстроечный — СП3-16. Конденсаторы С1—С4 могут быть либо оксидные любых типов на номинальное напряжение не ниже указанного на схеме, либо бумажные; С5, С6 — МБМ или КМ; С7, С8 — К50-6. Динамическая головка — 0,1ГД-3 или другая мощностью 0,1—0,5 Вт со звуковой катушкой сопротивлением 6—10 Ом. Переключатель SA1 — галетный на четыре-пять положений с двумя платами (например, 5П2Н) возможно меньших размеров. Чтобы переключения режимов были более плавными, шарик-фиксатор с переключателя снимают. Выключатель SA2 — типа тумблер. Источник питания — две батареи 3336Л, соединенные последовательно.

Большинство деталей имитатора расположено на монтажной плате (рис. 33), которую размещают в дальнейшем внутри паровозика либо в отдельной приставке к пульту управления электрической железной дорогой. В удобном и неброском месте паровозика крепят переключатель и выключатель питания. Если же имитатор будет использоваться с железной дорогой, ручку переключателя желательно соединить механически с ручкой переключения скорости движения паровозика, чтобы одновременно с увеличением скорости или уменьшением ее изменялась и частота звуков выпуска пара. В любом варианте конденсаторы С1—С3 монтируют на платах переключателя.

Налаживание имитатора начинают с проверки напряжения на эмиттерах транзисторов VT5, VT6 — оно должно быть равно примерно половине напряжения источника питания. Более точно это напряжение устанавливают подбором резистора R9.

Затем проверяют ток коллектора транзистора VT4 и, если это необходимо, устанавливают его равным 0,5 . . . 0,8 мА подбором резистора R7 (мультивибратор должен быть выключен замыканием базы и эмиттера транзистора VT2).

Далее проверяют имитатор в действии, прослушивая его звучание. Громкость звука устанавливают с помощью подстроечного резистора R8. Если громкость недостаточна, включают между выводом 2 микросхемы и общим проводом (плюсовой вывод источника питания) конденсатор емкостью 0,5 . . . 10 мкФ (от емкости конденсатора зависит коэффициент усиления микросхемы). В случае же самовозбуждения имитатора включают между конденсатором С6 и выводом 3 микросхемы резистор сопротивлением примерно 1 кОм. Наиболее правдоподобного звучания имитатора добиваются точным подбором конденсаторов С1—С4.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ СВЕТОФОР

Эта игрушка (рис. 34) — не только автомат переключения малогабаритных разноцветных ламп, но и простое учебное пособие, которое поможет, скажем, школьникам осваивать дорожную азбуку. Особенно удобно совместить эту игрушку с моделью дорожного перекрестка, на котором будут расставлены модели-копии автомобилей. Тогда можно играть, передвигая модели через перекресток при соответствующих сигналах светофора.

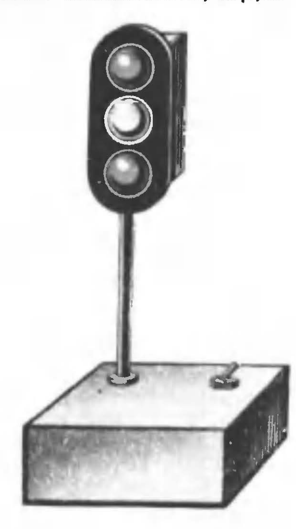


Рис. 34. Внешний вид автоматического светофора

Схема автоматического светофора приведена на рис. 35. В нем две интегральные микросхемы, три транзистора и несколько других деталей. Микросхема К155ЛА3 содержит четыре элемента 2И-НЕ, а микросхема К155ТМ2 — два D-триггера.

На элементах DD1.1 и DD1.2 собран тактовый генератор, вырабатывающий прямоугольные импульсы, которые следуют со сравнительно малой частотой — она зависит от емкости конденсатора С1 и сопротивления резистора R1. От частоты следования импульсов зависит частота переключения ламп светофора.

Периодически появляющиеся на выходе генератора (вывод 6 элемента DD1.2) импульсы поступают на счетчик, составленный из триггеров DD2.1 и DD2.2. Триггеры соединены так, что на выходе первого из них импульсы появляются вдвое реже, чем на выходе генератора, а на выходе второго — вчетверо.

К выходам триггеров счетчика подключены дешифраторы на элементах DD1.3, DD1.4 и электронные ключи на транзисторах VT1—VT3. Нагрузками ключей являются лампы HL1 — HL3, окрашенные соответственно в зеленый, красный и желтый цвета.

Работу светофора удобно разобрать по принципиальной схеме совместно с диаграммой (рис. 36) сигналов на выводах различных деталей автомата. Начнем с момента появления первого импульса на выходе генератора, а значит, на входе счетчика. Сразу же триггер DD2.1 переходит в единичное состояние, при котором на

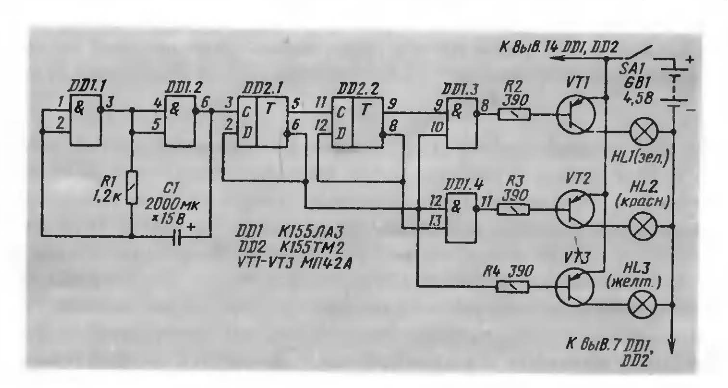


Рис. 35. Схема автоматического светофора с микросхемой

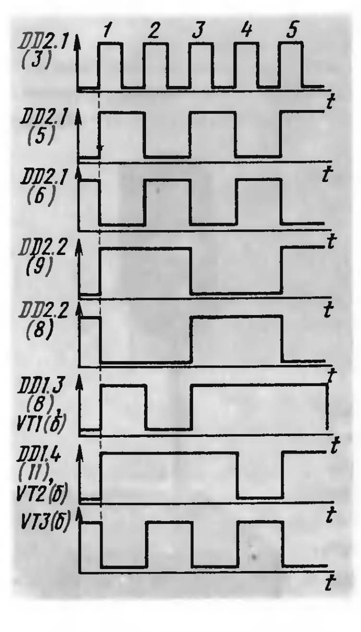


Рис. 36. Диаграмма сигналов

прямом выходе (вывод 5) появляется сигнал логической 1, а на инверсном (вывод 6) — сигнал логического 0. Нелишне напомнить, что первому из сигналов соответствует вполне определенное высокое постоянное напряжение (более 2В) на указанном выводе, а второму — напряжение, близкое к 0 (в обоих случаях относительно минусового вывода источника питания).

При появлении сигнала логической 1 на прямом выходе первого триггера, а значит, на входе второго триггера последний переходит в единичное состояние.

В таком состоянии триггеры находятся до прихода второго импульса. Тогда первый триггер переходит в нулевое состояние, при котором полярность сигналов на его выходах изменяется на противоположную (на выводе 5 — сигнал логического 0, на выводе 6 — сигнал логической 1), а состояние второго триггера остается пока неизменным. Лишь по приходе третьего импульса изменяется состояние как первого, так и второго триггеров. Одинаковые состояния первого триггере будут наблюдаться через каждые два импульса генератора, а второго триггера — через четыре.

В зависимости от состояния триггеров на выходах элементов DD1.3, DD1.4, а значит, на базах транзисторов VT1, VT2, а также на базе транзистора VT3 будут те или иные сигналы — это нетрудно проследить по диаграмме. К примеру, когда на прямом выходе триггера DD2.2 и инверсном DD2.1 сигналы логической 1, на выходе элемента DD1.3 — сигнал логического 0. База транзистора VT1 оказывается подключенной через резистор R2 к минусу напряжения питания, и транзистор открывается. Горит лампа HL1 зеленого цвета. Когда такие же сигналы оказываются на инверсных выходах обоих триггеров, открывается транзистор VT2 и зажигается лампа HL2 красного цвета. А вот транзистор VT3 открывается всякий раз, когда сигнал логического нуля появляется на инверсном выходе триггера DD2.1. В итоге получается следующая очередность зажигания ламп: зеленая — желтая — красная — желтая — зеленая и т. д. Иначе говоря, перед сменой разрешающего сигнала (зеленый) на запрещающий (красный) и наоборот, зажигается предупреждающий (желтый).

Вместо микросхемы К155ЛА3 могут быть использованы другие, содержащие элементы И-НЕ с любым числом входов. К примеру, микросхема К155ЛА4 содержит три элемента 3И-НЕ, у каждого из которых по три входных вывода. Для автомата придется использовать две такие микросхемы. Причем у двух элементов, предназначенных для работы в генераторе, нужно соединить вместе все входные выводы. А для работы в дешифраторе включают любые два входных вывода, а третий подключают к любому из них. Если воспользоваться микросхемой К155ЛА1 с двумя элементами 4И-НЕ, нужно в генераторе использовать элементы с соединенными входными выводами, а в дешифраторе — элементы с попарно соединенными выводами.

В счетчике могут работать другие D-триггеры микросхем серии К155 или аналогичных, но обязательно с прямыми и инверсными выходами (например, К155ТМ7). Возможно использование JK-триггеров (к примеру, К155ТВ1), но в этом случае вывод инверсного выхода ни с какими выводами данного триггера соединять не нужно.

Транзисторы могут быть любые из серий МП25, МП26, МП42, ГТ403. Лампы — МН 3,5-0,26 или МН 3,5-0,14. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор — К50-6, источник питания — батарея 3336, выключатель — любого типа.

Рис. 37. Монтажная плата светофора

Детали светофора, кроме батареи, выключателя и ламп, монтируют на плате (рис. 37) из изоляционного материала, которую укрепляют внутри небольшой шкатулки со съемной нижней крышкой. Батарею питания устанавливают на крышке, а выключатель — на верхней стенке шкатулки. К верхней стенке прикрепляют стойку из металлической трубки, на конце которой располагают коробку под лампы, склеенную из плотного картона. Коробка разделена светонепроницаемыми перегородками на три отсека. В каждом отсеке располагают "свою" лампу: в верхнем — красного цвета, а в среднем — желтого, в нижнем — зеленого. Проводники от ламп пропускают внутри стойки и подводят к контактам монтажной платы. Баллоны ламп светофора можно и не окрашивать, если прикрыть отверстия коробки цветными светофильтрами.

Если монтаж выполнен без ошибок и все детали исправны, светофор начинает работать сразу. Скорость переключения ламп устанавливают изменением частоты тактового генератора — подбором конденсатора C1 (грубо) и резистора R1 (плавно).

Автоматический светофор можно выполнить полностью на транзисторах, но деталей понадобится несколько больше. Схема такого светофора приведена на рис. 38. Он состоит из несимметричного мультивибратора, собранного на транзисторах VT2, VT3, и триггера со счетным входом, выполненного на транзисторах VT6, VT7. Транзисторы VT1, VT5, VT8 используются как усилители токов плеч мультивиб-

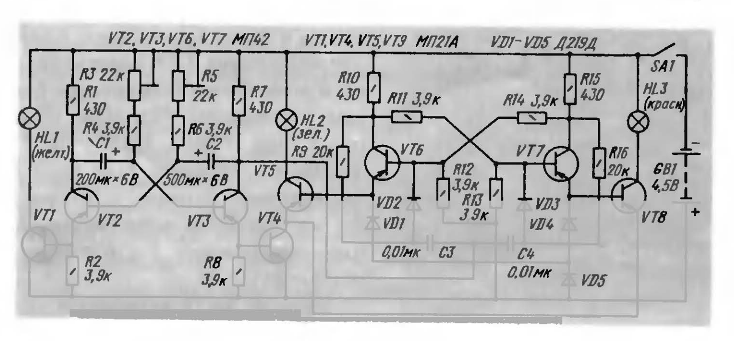


Рис. 38. Схема автоматического светофора на транзисторах

ратора и триггера — они обеспечивают работу индикаторных ламп HL1 – HL3, а транзистор VT4 — как электронный ключ.

Частоту импульсов мультивибратора можно регулировать подстроечными резисторами R3 и R5. При этом изменяется и соотношение длительностей импульса и паузы. В итоге продолжительность горения красного и зеленого сигналов светофора удается устанавливать в пределах 1...6, а желтого — 0,5...3 с.

Как известно, при работающем мультивибраторе его транзисторы открываются поочередно — когда открыт VT2, закрыт VT3 и необорот. При открывании транзистора VT2 одновременно открывается и VT1, зажигается лампа HL1 желтого цвета. Когда же открывается транзистор VT3, на его коллекторе резко уменьшается отрицательное напряжение. Иначе говоря, на коллекторе этого транзистора появляется импульс напряжения положительной полярности — он поступает на триггер и переводит его в противоположное состояние. Если, например, был открыт транзистор VT6 триггера, то с приходом импульса открывается транзистор VT7 (е VT6 закрывается) и наоборот.

К эмиттерам транзисторов триггера подключены транзисторы VT5 и VT8 с лампами HL2 зеленого и HL3 красного цвете. Поскольку эти транзисторы соединены с транзистором VT4, то одна из ламп (в зависимости от состояния триггера) включится только в тот момент, когда откроется транзистор VT4. Иными словами, при открывании транзистора VT3 мультивибратора вспыхивает либо лампа зеленого цвета, либо красного. Частота вспышек любой из этих ламп вдвое меньше, чем лампы желтого цвета, то есть светофор работает по такой же программе, что и предыдущая конструкция. Продолжительность горения красного или зеленого света зависит от емкости конденсатора C2 и сопротивления резисторов R5, R6, а желтого — от емкости конденсатора C1 и сопротивления резисторов R3, R4.

Вместо укезанных на схеме транзисторов МП42 подойдут любые из серий МП40—МП42, а вместо МП21А — любые из серий МП20, МП21, МП25, МП26, но в обоих случаях — со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Диоды VD2, VD3 могут быть как любые маломощные кремниевые, так и такие же германиевые. Остальные диоды должны быть обязательно кремниевые, например, серий Д219, Д220, КД102, КД103, КД105. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, подстроечные — СП3-16. Конденсаторы C1 и C2 — К50-6, C3 и C4 — КЛС.

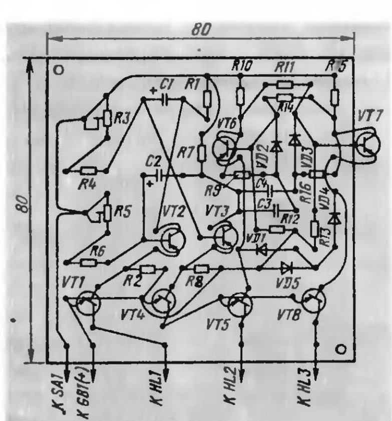


Рис. 39. Монтажная плата светофора

Лампы — МН 3,5-0,15 (на напряжение 3,5 В и ток накала 0,15 А). Можно использовать и более яркие лампы — МН 3,5-0,26 (на напряжение 3,5 В и ток накала 0,26 А), но в этом случае понадобятся более мощные транзисторы VT1, VT4, VT5, VT8 серий ГТ402, ГТ403, П213—П217 с коэффициентом передачи тока базы не менее 40. Источник питания — батарея 3336 либо маломощный выпрямитель с выходным напряжением 4...6 В (при токе нагрузки до 0,3 А).

Большая часть деталей устройства может быть смонтирована на плате (рис. 39) из гетинакса (или текстолита) толщиной

1,5...2 мм. Плата и источник питания укреплены в корпусе примерно таких же размеров, что и для предыдущего светофора. Аналогично устроены стойки с разноцветными лампами.

Если в светофоре используются исправные детали и они смонтированы точно по схеме, автомат начинает работать сразу после включения. Однако может случиться, что лампы либо не светятся, либо не переключаются. Тогда нужно искать неисправность в мультивибраторе и усилителях тока. Добившись периодического переключения лампы желтого цвета, наблюдают за переключением остальных ламп. Если одна из них не переключается, значит, неисправность в триггере. Правда, подобный дефект наблюдается и при снижении напряжения источника питания, поэтому его следует проверить в первую очередь.

В том случае, если какая-то из ламп горит слабее других (конечно, без светофильтра), нужно заменить транзистор, в коллекторную цепь которого включена лампа, другим — с большим коэффициентом передачи тока. Когда и зеленая и красная лампы горят слабее желтой, значит, следует установить транзистор с большим коэффициентом передачи на место транзистора VT4.

Поскольку этот светофор потребляет сравнительно большой ток, нужно экономнее расходовать энергию батареи питания, не оставлять ее включенной по окончании пользования игрушкой. Но лучше всего питать игрушку от сети через маломощный выпрямитель.

Любой из светофоров несложно доработать под двусторонний перекресток. Для этого параллельно каждой из ламп нужно подключить по такой же лампе, расположенной в футляре на стойке перпендикулярно уже имеющимся. Но подключение должно быть таким, чтобы при зажигании зеленого сигнала на одной стороне светофора включался красный на другой и наоборот. Желтый же сигнал должен гореть одновременно с обеих сторон.

НОВОГОДНЯЯ ЕЛОЧКА

На небольшой подставке стоит миниатюрная синтетическая елочка (рис. 40), на ветвях которой развешаны новогодние игрушки. Щелчок ручкой тумблера, укрепленного на подставке, — и вот уже на ветвях переливаются разноцветные огни двух гирлянд, каждая из которых состоит из четырех миниатюрных "лампочек" — светодиодов.

Как вы уже, наверное, догадались, внутри подставки расположен автомат, периодически включающий ту или иную гирлянду. Схема автомата приведена на рис. 41. В нем использованы одна микросхема серии К155 и два маломощных германиевых транзистора.

На элементах DD1.1 и DD1.2 микросхемы собран генератор импульсов, частота следования которых зависит от емкости конденсатора C1 и сопротивления резистора R1. С выходом генератора (вывод 6 элемента DD1.2) соединен элемент DD1.3, включенный инвертором, т.е. каскадом, "переворачивающим" полярность входного сигнала. В данном случае инвертор является согласующим каскадом между генератором и эмиттерным повторителем, выполненным на транзисторе VT1. Бла-

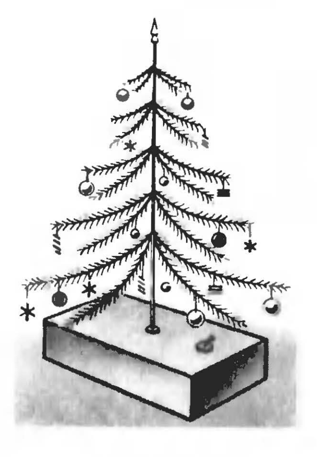


Рис. 40. Игрушка "Новогодняя елочка"

5 Зак 5487

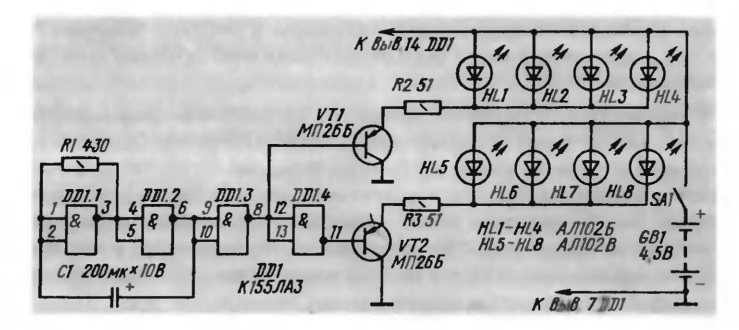


Рис. 41. Схема "Новогодней елочки" со светодиодами

годаря ему подключение эмиттерного повторителя не сказывается на частоте генератора и амплитуде выходных импульсов.

Нагрузкой эмиттерного повторителя является гирлянда параллельно включенных светодиодов HL1—HL4 красного свечения совместно с последовательно соединенным ограничительным резистором R2. Яркость светодиодов зависит, конечно, от сопротивления ограничительного резистора.

К первому инвертору подключен другой — на элементе DD1.4. С его выходом соединен другой эмиттерный повторитель — на транзисторе VT2, нагрузкой которого служат светодиоды HL5 — HL8 зеленого свечения с последовательно соединенным ограничительным резистором R3. Благодаря тому, что между эмиттерными повторителями стоит инвертор, гирлянды красных и зеленых светодиодов вспыхивают поочередно.

В устройстве можно использовать другие микросхемы серии К155, содержащие элементы И-НЕ, например К155ЛА1 (два элемента 4И-НЕ), К155ЛА4 (три элемента 3И-НЕ). В любом варианте входные выводы каждого элемента соединяют вместе. Но при указанных вариантах замены понадобится не одна, а две микросхемы. Кроме того, придется самостоятельно изменить чертеж монтажной платы.

Транзисторы — серий МП20, МП21, МП25, МП26 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор — К50-6. Кроме указанных на схеме, светодиоды могут быть серий АЛ307А, АЛ307Б (HL1 — HL4), АЛ307В, АЛ307Г (HL5 — HL8). Яркость их свечения устанавливают подбором ограничительных резисторов, но ток нагрузки каждого эмиттерного повторителя не должен превышать 80 мА. Источник питания — батарея 3336 или три последовательно соединенных элемента 332, 316. Правда, продолжительность работы игрушки с указанными элементами меньше, чем с батареей.

Детали электронного переключателя монтируют на плате (рис. 42), которую устанавливают вместе с источником питания в подставке елочки. Светодиоды маскируют среди ветвей елочки и соединяют с платой тонкими проводниками в изоляции.

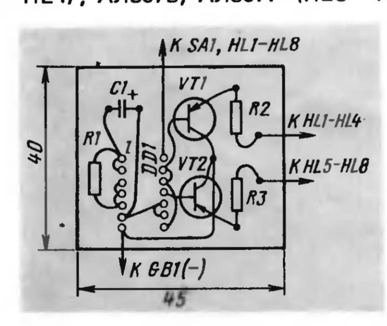


Рис. 42. Монтажная плата "Новогодней елочки" со светодиодами

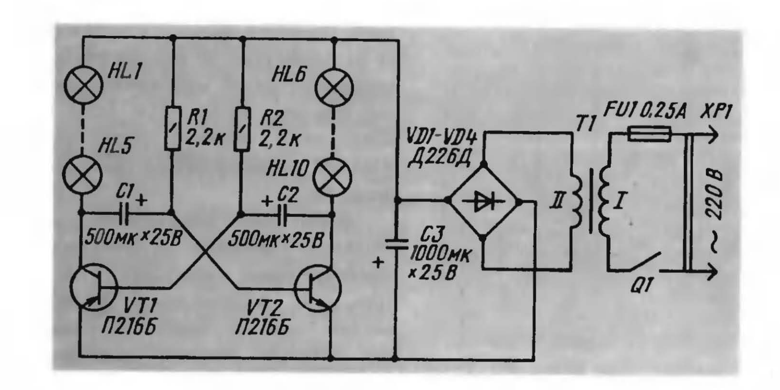


Рис. 43. Схема "Новогодней елочки" с лампами накаливания

Если же не удастся приобрести светодиоды, переключатель можно собрать по другой схеме (рис. 43), с питанием от сети переменного тока и с использованием обыкновенных ламп от карманного фонаря.

На транзисторах собран мультивибратор. Во время работы транзисторы открываются поочередно — вы уже об этом знаете. Когда открыт транзистор VT1 и закрыт VT2, к источнику питания подключается гирлянда ламп HL1 — HL5 и они зажигаются. При открывании же транзистора VT2 светятся лампы HL6 — HL10 второй гирлянды. Поскольку мультивибратор симметричный (номиналы деталей времязадающих цепей одинаковы), продолжительность горения ламп каждой гирлянды одна и та же — она зависит от емкости конденсатора и сопротивления резистора (C1, R1 для одной гирлянды и C2, R2 для другой).

Постоянное напряжение для работы мультивибратора и питания гирлянд поступает с блока, состоящего из понижающего трансформатора T1, мостового выпрямителя на диодах VD1 — VD4 и сглаживающего конденсатора C3. Автомат включают в работу выключателем Q1.

Транзисторы могут быть серий П201 — П203, П213 — П216 или другие транзисторы большой или средней мощности с возможно большим коэффициентом передачи тока. Каждая гирлянда состоит из пяти последовательно соединенных ламп МН 3,5-0,26 или других, рассчитанных на ток до 0,3 А и с суммарным напряжением 15...18 В. Следует заметить, что указанные на схеме транзисторы допускают включение в коллекторные цепи двух параллельно соединенных гирлянд, но в этом случае несколько уменьшится продолжительность их горения и понадобится более мощный блок питания (т.е. более мощные выпрямительные диоды и трансформатор со вторичной обмоткой, рассчитанной на больший ток нагрузки).

Конденсаторы — К50-6, резисторы — МЛТ-0,25, диоды — любые из серий Д226 или другие, рассчитанные на выпрямленный ток не ниже 300 мА. Трансформатор питания — готовый, ТВК-110Л2 или ТВК-110ЛМ — унифицированный выходной трансформатор кадровой развертки телевизора. Подойдет другой готовый трансформатор с напряжением на вторичной обмотке 15...17 В при токе нагрузки до 0,3 А. Конечно, трансформатор может быть самодельный, выполненный на магнитопроводе сечением не менее 4 $см^2$ (например, Ш20×20). Обмотка I должна содержать 2750 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка II — 210...230 витков ПЭВ-1 0,4. При использовании в каждом плече мультивибратора двух параллельно соединенных гирлянд следует применить для вторичной обмотки провод ПЭВ-1 0,5 (кроме

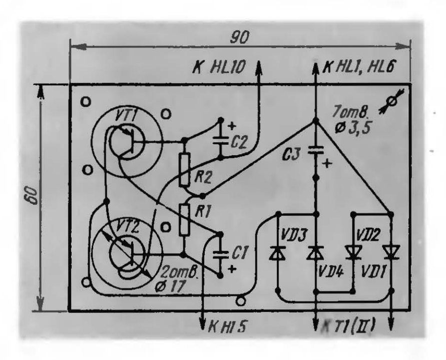


Рис. 44. Монтажная плата "Новогодней елочки" с лампами накаливания

того, придется включить в каждом плече выпрямителя по два параллельно соединенных диода или использовать диоды, скажем, серий Д214, Д215, Д302—Д305 либо готовый блок КЦ402А—КЦ402И из кремниевых диффузионных диодов).

Детали переключателя с выпрямительными диодами и сглаживающим конденсатором монтируют на плате (рис. 44), размещаемой в подставке елочки. Там же крепят и трансформатор питания. Размеры подставки при таком варианте автомата должны быть, конечно, больше, чем при предыдущем. На верхней стенке под елочкой маскируют выключатель Q1 типа тумблер, а через отверстие в задней стенке выводят сетевой шнур с вилкой XP1 на конце. На задней стенке крепят держатель предохранителя с предохранителем.

Включив переключатель, измеряют постоянное напряжение на конденсаторе C3 (оно должно быть в пределах 14...18 В), а затем замечают продолжительность горения гирлянд. Если они значительно различаются, подбирают один из времязадающих конденсаторов: при уменьшении емкости, например, конденсатора C2 продолжительность горения гирлянды ламп HL1—HL5 уменьшается и наоборот.

Если через некоторое время работы транзисторы значительно разогреются (это может наблюдаться при большом токе коллектора — с двумя гирляндами в каждом плече мультивибратора), следует установить их на небольшие теплоотводящие пластины из алюминия или дюралюминия толщиной 1,5...2 мм.

ИГРУШКА С ПЕРЕМИГИВАЮЩИМИСЯ ГЛАЗАМИ

Небольшой плюшевый мишка, котенок либо другая мягкая игрушка станут намного привлекательнее, если встроить в их глаза лампочки и соединить их с автоматом, включающим лампочки поочередно.

По своей схеме (рис. 45) автомат аналогичен переключателю елочных гирлянд, о котором было рассказано ранее. Но в нем используется более экономичная

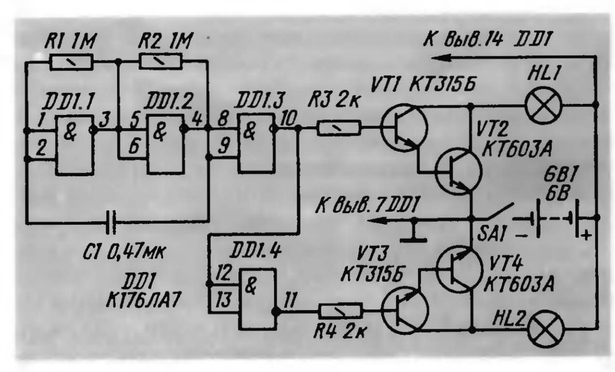


Рис. 45. Схема игрушки с перемигивающимися глазами

микросхема серии К176. На элементах DD1.1 и DD1.2 собран генератор импульсов, следующих с частотой примерно 1 Гц. Если в подобных генераторах не микросхемах серии К155 приходилось ставить частотозадающий конденсатор емкостью в сотни микрофарад, в данном генераторе емкость составляет всего 0,47 мкФ. И все это — благодаря использованию логических элементов с высоким входным сопротивлением (миллионы ом).

К выходу генератора подключен инвертор на элементе DD1.3, выходной сигнал с которого поступает еще на один инвертор (элемент DD1.4) и на составной транзистор VT1, VT2 — в цепи его коллектора стоит лампа-глаз HL1. Другая такая лампа HL2 включена в коллекторную цепь составного транзистора VT3, VT4, на базу которого поступает сигнал с инвертора на элементе DD1.4. В итоге лампы вспыхивают поочередно, создавая впечатление перемигивающихся глаз игрушки.

Для чего нужны в этом автомате составные транзисторы? Дело в том, что выходной ток элементов микросхемы К176ЛА7 слишком мал, чтобы обеспечить свечение лампы-глаза. Его нужно усилить. При использовании лампы с током потребления 0,15 А (МН 3,5-0,15 или МН 2,5-0,15) одного каскада усиления для этих целей недостаточно. Поэтому в каждом канале использовано по два транзистора, соединенных так, что получается как бы один мощный и со значительным коэффициентом передачи тока транзистор. У него один входной вывод — от базы VT1, один выходной — коллекторы обоих транзисторов и один эмиттерный. Такое соединение двух транзисторов называют составным транзистором.

В составном транзисторе могут быть использованы любые транзисторы серий КТ315, КТ312, МП35—МП38 (VT1, VT3), КТ603, КТ605, КТ608 (VT2, VT4).

Если вы сможете приобрести и использовать менее мощные лампы, например СМН 6,3-20 (с потребляемым током 20 мА), составной транзистор не понадобится. В этом случае в каждом канале используется лишь транзистор КТ315Б — его эмиттер соединяют с общим проводом (в данной схеме — с подвижным контактом выключателя SA1), а лампу включают в цепь коллектора транзистора. Общий потребляемый ток от источника питания в этом варианте значительно уменьшится.

Как и в переключателе гирлянд, в данном автомате можно использовать логические элементы других интегральных микросхем серии К176, например К176ЛА8 (два элемента 4И-НЕ), К176ЛА9 (три элемента 3И-НЕ). Конденсатор может быть типа К53-4 или другой малогабаритный, резисторы — МЛТ-0,25 или МЛТ-0,125. Источник питания — четыре-шесть последовательно соединенных элемента напряжением по 1,5 В (332, 343, 373 — они указаны в порядке возрастания емкости, а значит, продолжительности работы и размеров).

Микросхему, транзисторы, резисторы и конденсатор монтируют на плате (рис. 46), с которой в дальнейшем соединяют лампы, источник питания и выключатель. Если мягкая игрушка сравнительно большая, плату с деталями, источник питания и выключатель можно разместить внутри нее и предусмотреть застежку-молнию, с помощью которой будет обеспечен доступ к источнику и выключателю. Не исключен, конечно, вариант размещения электроники в отдельной шкатулке и соединения ее с игрушкой тонкими многожильными проводниками в изоляции. В этом случае на игрушке желательно замаскировать малогабаритный разъем.

При проверке работоспособности игрушки яркость ламп устанавливают подбором резисторов R3 и R4, но их сопротивление не должно быть менее 2 кОм.

В случае отсутствия микросхем серии К176 генератор импульсов нетрудно выполнить на логических элементах микросхемы К155ЛА3 либо по схеме переключателя гирлянд, либо по приведенной на рис. 47 схеме. В таком генераторе элементы DD1.1 и DD1.2 соединены с другими деталями так, что составляют симметрич-

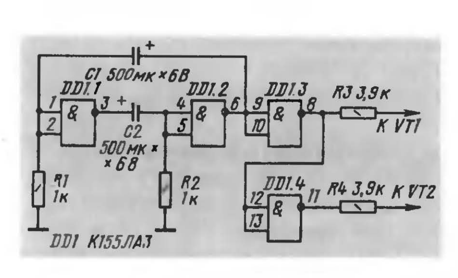


Рис. 46. Монтажная плата игрушки с перемигивающимися глазами

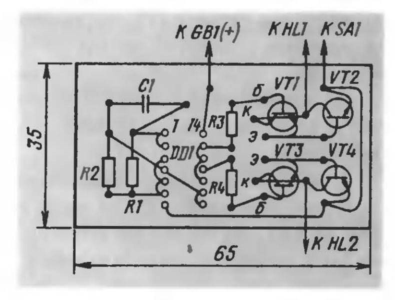


Рис. 47. Схема мультивибратора на микросхеме серии К155

ный мультивибратор, длительность импульсов и пауз которого зависит в основном от емкостей конденсаторов С1 и С2.

При введении в автомат микросхемы (или микросхем) серии К155 нужно установить резисторы R3 и R4 с большим сопротивлением, а также применить источник питания напряжением 4,5...5 В (например, батарею 3336). С этой доработкой немного изменится чертеж монтажной платы, а также возрастет потребляемый от источника ток (микросхема К155ЛА3 потребляет около 15 мА, а К176ЛА7 — не более 0,1 мкА в статическом режиме). Как и в предыдущем варианте, яркость ламп-глаз изменяют подбором резисторов R3 и R4.

"ВОЛШЕБНЫЙ КРИСТАЛЛ"

Внешне эта игрушка напоминает сказочный кристалл (рис. 48), установленный на шестигранной шкатулке. Но стоит слегка постучать по шкатулке "волшебной палочкой", например шариковой авторучкой, и "кристалл", роль которого выполняет оригинальный стеклянный плафон, озарится причудливыми вспышками разных оттенков. Кристалл засверкает.

Что же происходит с кристаллом? Чтобы понять это, нужно ознакомиться с принципиальной схемой электронного устройства (рис. 49), размещенного внутри шкатулки. Один из основных узлов его — акустическое реле, выполненное на транзисторах VT7 — VT11. Датчиком реле является микрофон ВМ1. Когда стучат по шкатулке, микрофон преобразует звуковой сигнал в электрический. Далее электрический сигнал поступает на первый каскад усилителя, собранный на составном транзисторе VT7, VT8. Нагрузкой каскада служит подстроечный резистор R17 — это регулятор чувствительности акустического реле. Чем ближе к нижнему (по схеме) выводу резистора находится движок, тем больший усиленный сигнал поступит на следующий каскад, собранный на транзисторе VT9, — это одновременно и усилитель сигнала звуковой частоты, и усилитель постоянного тока.

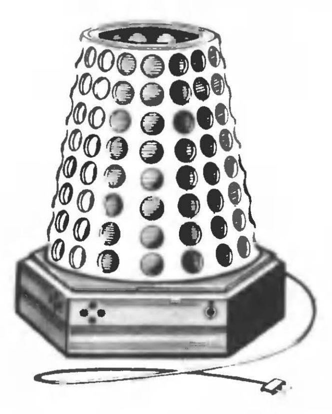


Рис. 48. Внешний вид "Волшебного кристалла"

Пока нет звукового сигнала, каскад работает при малом токе коллектора, недостаточном для

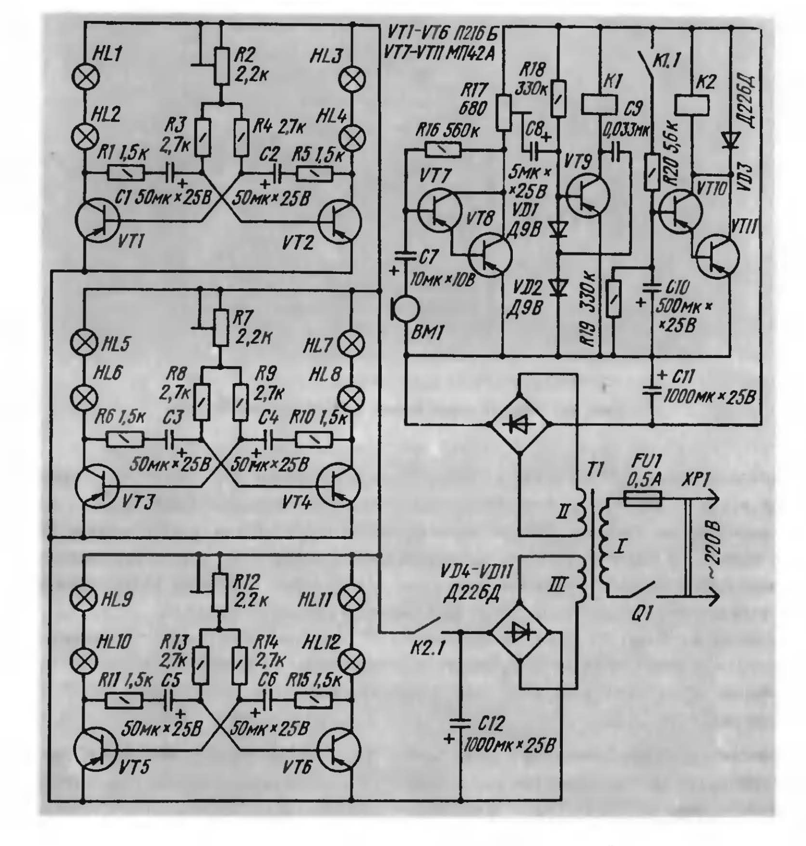


Рис. 49. Схема "Волшебного кристалла"

срабатывания электромагнитного реле К1. В этом случае обмотка реле является нагрузкой каскада. Как только на вход каскада поступает сигнал звуковой частоты, он усиливается, выделяется на обмотке реле и поступает через конденсатор С9 на детектор, составленный диодами VD1, VD2. Напряжение смещения между базой и эмиттером транзистора VT9 возрастает, постоянный ток в его коллекторной цепи увеличивается, и реле срабатывает. Контакты К1.1 реле замыкаются и подключают к источнику питания зарядную цепь R20, С10. Конденсатор С10 сравнительно быстро заряжается, составной транзистор VT10, VT11 открывается, срабатывает реле К2.

Если даже больше не будет звукового сигнала и реле К1 отпустит, конденсатор С10 будет еще достаточно долго поддерживать на базе составного транзистора напряжение, достаточное для удержания реле К2 в сработанном состоянии. И все это время, начиная от момента срабатывания, замкнувшиеся контакты К2.1 будут подавать напряжение питания на три мультивибратора, собранные на транзисторах VT1 — VT6.

Нагрузками каждого мультивибратора служат пары последовательно соединенных ламп, окрашенных в разные цвета и находящихся под плафоном-кристаллом.

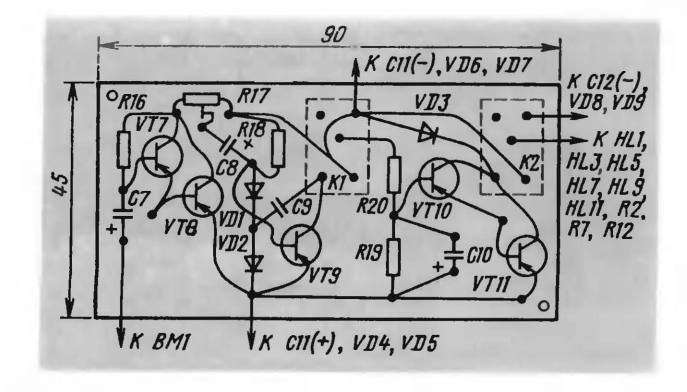


Рис. 50. Монтажная плата акустического реле

К примеру, лампы HL1 и HL2 могут быть красными, HL3 и HL4 — зелеными, HL5 и HL6 — синими и т. д. Поскольку частота переключения ламп в каждом мультивибраторе разная (ее устанавливают подстроечными резисторами R2, R7, R12), вспышки ламп будут следовать независимо друг от друга и создавать впечатление сверкающего разными красками кристалла. Свечение ламп прекратится лишь через несколько секунд после окончания звукового сигнала.

Питается автомат от двух выпрямителей с разными выходными напряжениями: для акустического реле используется выпрямитель на диодах VD4 — VD7 со сглаживающим конденсатором С11, для мультивибраторов — на диодах VD8 — VD11 с конденсатором С12.

Транзисторы акустического реле могут быть серий МП25, МП26, МП39—МП42 с коэффициентом передачи тока не менее 20. Транзисторы мультивибраторов более мощные — серий П213—П217 с возможно большим коэффициентом передачи тока. Диоды VD1 и VD2 — любые из серии Д9 (или Д2); остальные диоды — любые из серий Д226, Д7. Оксидные конденсаторы — К50-6; С9 — КЛС. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, подстроечные — СП3-16. Лампы — на напряжение 6,3 В и ток 0,15 А (МН 6,3-0,15), но подойдут такие же лампы на ток 0,28 А.

Электромагнитные реле — РЭС-10, паспорт РС4.524.305 (можно РС4.524.302). Трансформатор может быть как готовый, так и самодельный мощностью не менее 10 Вт. Обмотка II должна быть рассчитана на напряжение 19 В и ток до 0,1 А, обмотка III — на напряжение 10 В и ток 0,6 А.

Детали акустического реле монтируют на одной плате (рис. 50), детали мультивибраторов — на другой (рис. 51), детали блока питания — на третьей (рис. 52). Такой вариант более удобен для размещения автомата внутри шестигранной шкатулки, хотя может быть разработана и единая монтажная плата или только две платы. Акустический датчик — капсюль от головных телефонов ТОН-1, ТОН-2, ТЭГ-1 или аналогичных высокоомных — укрепляют на стенке шкатулки, а напротив датчика в шкатулке сверлят несколько сквозных отверстий. На одной из боковых стенок шкатулки устанавливают сетевой выключатель, а через отверстие рядом с ним выводят сетевые провода с вилкой ХР1 на конце. Здесь же может быть установлен и держатель предохранителя с предохранителем. Лампы можно укрепить на кронштейне внутри плафона, разместив их равномерно по всему объему.

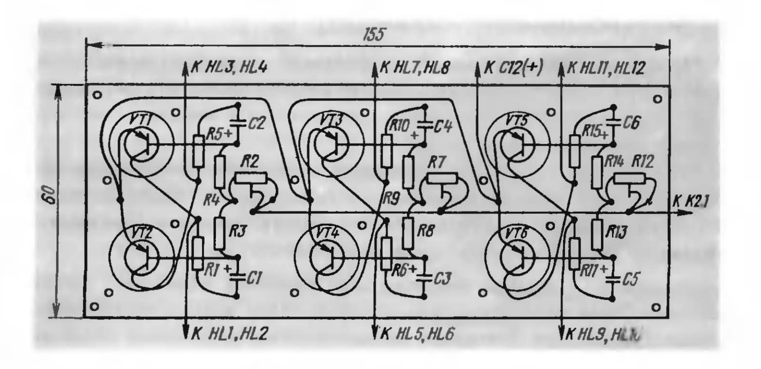


Рис. 51. Монтажная плата мультивибратора

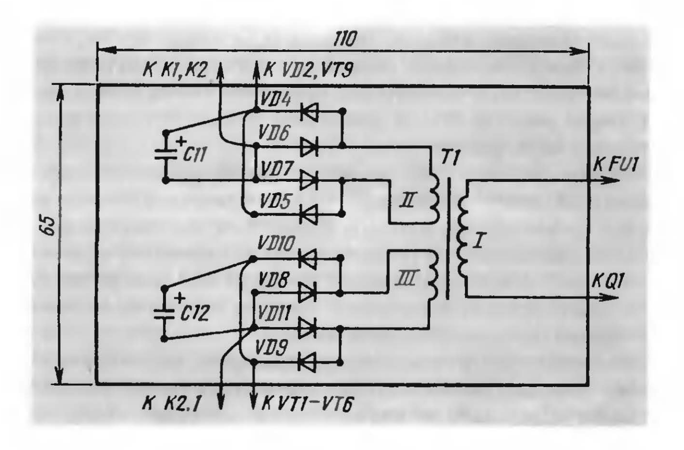


Рис. 52. Монтажная плата блока питания

Налаживание игрушки начинают с установки подстроечными резисторами R2, R7, R12 разной частоты мультивибраторов при замкнутых контактах К2.1 реле К2. Добившись этой операцией наиболее разнообразного вспыхивания ламп, переходят к налаживанию акустического реле (перемычку между выводами контактов К2.1 удаляют). Подбором резистора R18 устанавливают нужный ток коллектора транзистора VT9 (он должен быть на 1...2 мА меньше тока отпускания реле — его измеряют, конечно, заранее, как и ток срабатывания). При этом движок подстроечного резистора R17 должен быть в верхнем по схеме положении, т. е. в положении минимальной чувствительности. Затем плавно перемещают движок резистора R17 вниз (по схеме) и слегка постукивают по шкатулке карандашом. Подбирают такую чувствительность автомата, чтобы он срабатывал при легком постукивании, но не реагировал на негромкий разговор вблизи шкатулки. При необходимости большую чувствительность автомата (если ее недостаточно даже при нижнем (по схеме) положении движка резистора R17) можно установить более точным подбором резистора R16.

"МУЗЫКАЛЬНЫЙ" КАРАНДАШ

Может ли обыкновенный грифельный карандаш звучать? Конечно, нет, скажете вы. Однако таким карандашом удается извлекать звуки разной тональности и даже исполнять несложные мелодии, если соединить его с несколькими деталями, показанными на рис. 53.

Правда, на схеме вы видите два карандаша, подключенных гибкими проводниками к одной точке — выводу переменного резистора R2. Сделано это для того, чтобы расширить музыкальные возможности нашего простого электромузыкального инструмента. В этом вы убедитесь немного позже.

На транзисторе VT1 собран генератор электрических колебаний. Возбуждение в нем возникает из-за положительной обратной связи между коллекторной и базовой цепями транзистора благодаря определенному включению обмоток трансформатора. Питание на генератор подается от источника GB1 через выключатель SA1, но звук появляется лишь тогда, когда хотя бы одним карандашом прикасаются к "клавиатуре" — ее роль выполняют резисторы R4 и R5. В этом случае через резисторы R2, R3 и резистор R4 (или R4 и R5) будет подано постоянное напряжение смещения, которое откроет транзистор, и генератор звуковой частоты включится. Звук будет слышен из динамической головки BA1. Если отнести карандаш от клавиатуры, звук прекретится, поскольку теперь база соединена с плюсом питания (через резистор R1) и транзистор закрыт. В таком состоянии транзистор практически не потребляет тока.

Диапазон воспроизводимых звуков определяется сопротивлением резисторов R4 и R5 и может составлять несколько октав. Резистором R3 можно немного смещать диапазон в ту или другую сторону. Кроме того, он предупреждает выход из строя транзистора при случайной установке движка переменного резистора в крайнее правое по схеме положение и касании одним из карандашей верхнего вывода резистора R4 (иначе говоря, минусового провода источника питания). Резистор R2 позволяет плавно подстраивать начало октавы.

Возможности такого инструмента можно расширить, если вместо конденсатора C1 подключать с помощью переключателя конденсаторы разной емкости.

Трансформатор — готовый, от абонентского громкоговорителя, рассчитанного на напряжение 15 В. В коллекторную цепь транзистора включают обмотку I, намотанную более тонким проводом и обладающую большим сопротивлением. В базовую цепь должна включаться обмотка II из толстого провода (а значит, с меньшим сопротивлением).

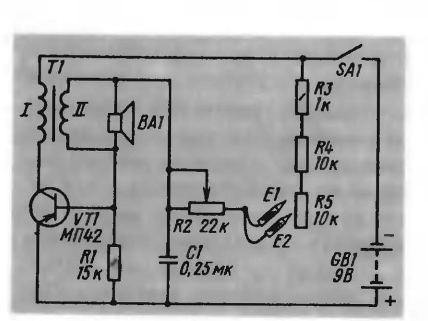


Рис. 53. Схема "Музыкального карандаша"

В крайнем случае изготовьте трансформатор сами на магнитопроводе Ш12Х15. Обмотка I (ее наматывают в первую очередь) должна содержать 1000 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка II — 58 витков ПЭВ-1 0,4. . .0,5.

Динамическая головка — любого типа мощностью 1—2 Вт и сопротивлением звуковой катушки постоянному току 4. . . . . .10 Ом. Конденсатор — бумажный, например МБМ. Постоянные резисторы R1, R3 — МЛТ-0,25, переменный R2 — любой конструкции, например СП-I. Источник питания — две последовательно соединенные батареи 3336. Выключатель питания — любой конструкции.

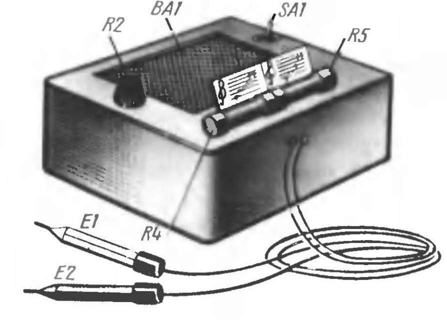


Рис. 54. Внешний вид "Музыкального карандаша"

Резисторы R4 и R5 лучше всего изготовить самим из двух резисторов ВС мощностью по 2 Вт с любым сопротивлением. Последовательность работы такая. Сначала острой бритвой или лезвием ножа нужно счистить слой краски. Под ней вы увидите графитовый слой резистора, вьющийся в виде ленточки на фарфоровом основании с канавкой. Счистите этот слой наждачной бумагой. Совсем не обязательно зачищать фарфоровое основание добела, достаточно поработать наждачной бумагой так, чтобы остался равномерный, значительно посветлевший слой графита.

К выводам одного из резисторов подключите омметр. Если вы хорошо зачистили графитовый слой, стрелка омметра не должна отклоняться даже при установке его в режим измерения больших сопротивлений. Не отключая омметра, нанесите мягким карандашом полоску на фарфоровое основание между выводами резистора. Стрелка омметра отклонится и покажет получившееся сопротивление. Продолжая водить грифелем карандаша по фарфоровому основанию и постепенно расширяя полоску, доведите сопротивление резистора до 10 кОм. После этого можете устанавливать резистор в конструкцию. Так же изготовьте и второй резистор.

Когда соберете все детали, подумайте о конструктивном оформлении игрушки. Взаимное расположение органов управления (переменных резисторов и выключателя, резисторов клавиатуры R4, R5, динамической головки, трансформатора и остальных деталей) не играет роли, поэтому допустимы самые разнообразные варианты конструкции, например, показанной на рис. 54. В небольшом корпусе со съемной нижней крышкой размещены батареи питания, трансформатор, транзистор, конденсатор и резисторы R1, R3. Эти детали, кроме батарей питания, можно смонтировать на плате, чертеж которой не приводится, поскольку она чрезвычайно проста и может быть выполнена самостоятельно. На верхней крышке корпуса укреплены динамическая головка (напротив ее диффузора выпилено отверстие, закрытое декоративной тканью), переменный резистор, выключатель питания и резисторы R4, R5 клавиатуры. Напротив клавиатуры желательно установить подставку с нотными знаками, расположение которых соответствует определенным точкам касания карандаша. Тогда музыкальный инструмент-игрушка станет полезен при обучении нотной азбуке, да и исполнять мелодию будет проще.

Для подключения карандашей подрежьте немного их концы, чтобы грифель выступал на 8. . .10 мм. Затем плотно намотайте на выступающие концы оголенные отрезки изолированного провода, обмотайте все это изоляционной лентой, наденьте на карандаш небольшую резиновую трубку и подпаяйте проводники от карандашей к выводу переменного резистора.

Включив питание, дотроньтесь острием любого карандаша до графитовой полоски резистора R4. Из динамической головки должен послышаться звук. Если его нет, значит, генератор не работает. При исправных деталях причина может быть одна — выводы обмоток трансформатора подключены неправильно. Достаточно поменять местами выводы одной из обмоток, и генератор начнет работать.

Установите карандаш на начало графитовой полоски резистора R4 (около верхнего по схеме вывода резистора) и подстройте переменным резистором звук, чтобы он соответствовал первой ноте октавы. При перемещении карандаша по полоске резистора высота звука будет возрастать. Самым высоким будет звук при установке карандаша вблизи нижнего (по схеме) вывода резистора R5.

Какова роль второго карандаша? Такой вопрос может возникнуть при постройке конструкции. Действительно, мелодию можно подобрать и одним карандашом. Тем не менее играть на инструменте нужно двумя карандашами, держа один в левой руке, другой — в правой. Второй карандаш позволяет быстро переходить к звукам второй или третьей октавы, "расположенным" на полоске резистора R5, что особенно важно при исполнении темповых мелодий. Кроме того, при одновременном касании клавиатуры обоими карандашами можно получать более плавные изменения высоты звука, что необходимо для точного исполнения мелодии. В этом нетрудно убедиться во время пользования игрушкой.

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С СЕНСОРНОЙ "КЛАВИАТУРОЙ"

Чаще всего вы встречали музыкальные и электромузыкальные инструменты с клавишной (реже с кнопочной) клавиатурой. В предлагаемом инструменте нет ни клавиш, ни кнопок. Его клавиатура составлена из двух металлических пластин (рис. 55), расположенных на лицевой панели небольшой шкатулки. "Замыкая" пластины одним или несколькими пальцами, добиваются нужной тональности, и из шкатулки звучит исполняемая мелодия.

Схема необычного электромузыкального инструмента приведена на рис. 56. Транзисторы VT1, VT2 и остальные детали соединены между собой так, что образуют несимметричный мультивибратор. Обратная связь, необходимая для возникновения колебаний, осуществляется с коллектора транзистора VT2 на базу VT1 через конденсатор C1. Но на базе транзистора VT1 нет постоянного напряжения смещения (относительно эмиттера), поэтому транзистор закрыт и мультивибратор не работает.

В таком состоянии устройство будет находиться до тех пор, пока не прикоснутся пальцем к сенсорам E1 и E2. Тогда между ними окажется включенным сопротивление участка кожи пальца. На базу будет подано напряжение смещения, и мультивибратор включится. В динамической головке BA1 раздастся звук.

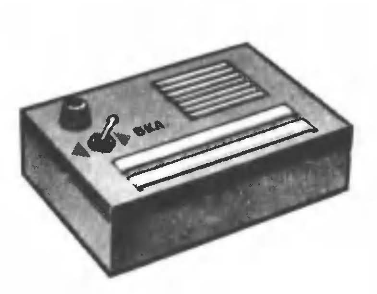


Рис. 55. Внешний вид электромузыкального инструмента с сенсорной "клавиатурой"

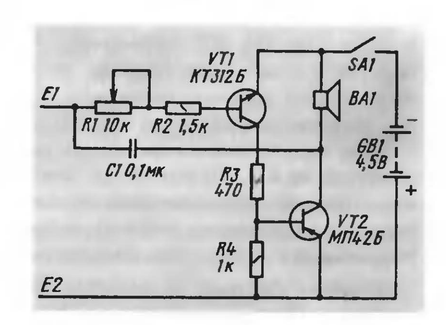


Рис. 56. Схема электромузыкального инструмента с сенсорной "клавиатурой"

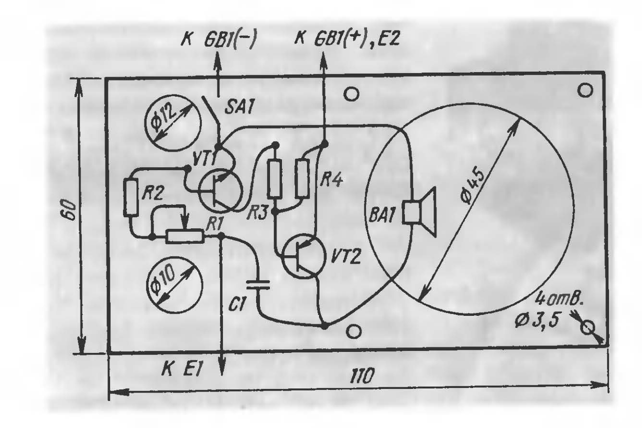


Рис. 57. Монтажная плата электромузыкального инструмента

Тональность звука зависит от сопротивления между сенсорами, а оно, в свою очередь, определяется площадью участка кожи, приложенной к сенсорам. Кроме того, кожа каждого человека обладает своей проводимостью, а значит, сопротивлением, которое может в десятки и сотни раз отличаться от сопротивления кожи другого человека. Учитывая это, в мультивибраторе установлен переменный резистор R1 — им компенсируют это отличие и устанавливают для каждого исполнителя одинаковое начальное сопротивление между сенсором E2 и базой транзистора VT1. Иначе говоря, каждый исполнитель может "настраивать" инструмент под свои руки.

Работающий в первом каскаде транзистор VT1 — высокочастотный, кремниевый, структуры *n-p-n*. Заменять его низкочастотным транзистором такой же структуры (например, МП37, МП38) нельзя, поскольку с ним мультивибратор начнет работать сразу после подключения источника питания выключателем SA1, даже если не касаются сенсоров. Поэтому нужно установить указанный на схеме транзистор или в крайнем случае заменить его на КТ316А.

Вместо транзистора МП42Б подойдет МП39Б, МП41, МП42А, ГТ402А. Последний транзистор — наиболее мощный из перечисленных, с ним звук будет громче. Динамическая головка — любая, мощностью до 1 Вт и сопротивлением звуковой катушки постоянному току до 10 Ом. Хорошие результаты получаются, например, с головкой 0,25ГД-19, под которую разработаны плата и корпус-шкатулка музыкального инструмента.

Переменный резистор — СП-I, постоянные — МЛТ-0,25, конденсатор — МБМ, выключатель — тумблер ТВ2-1, источник питания — батарея 3336.

Детали инструмента разместите на плате (рис. 57) из изоляционного материала.

Корпус-шкатулку инструмента (рис. 58) можно изготовить из любого изоляционного материала, например фанеры толщиной 4 мм. Нижняя крышка — съемная, чтобы можно было менять батарею питания (она прикреплена к крышке металлической скобой).

В лицевой панели прорезаны щели напротив диффузора динамической головки. Изнутри щели закрыты неплотной тканью. Под переменный резистор и выключа-

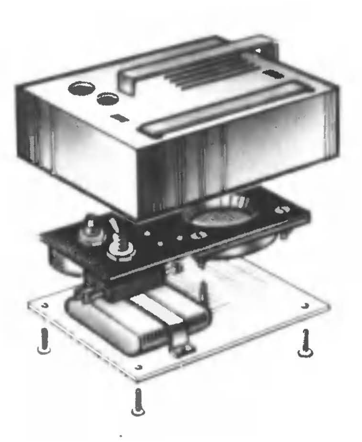


Рис. 58. Конструкция электромузыкального инструмента

тель в лицевой панели просверлены отверстия — в них пропущены выступающие части указанных деталей и закреплены сверху гайками. Другого крепления платы не понадобится.

Сенсоры представляют собой планки шириной примерно 10 мм, вырезанные из меди, латуни или жести от консервной банки. Их можно прикрепить к лицевой панели на расстоянии 2. . .4 мм друг от друга. Загнутые изнутри корпуса концы планок соединяют проводниками с соответствующими деталями платы. Наружную поверхность планок зачищают до блеска наждачной бумагой.

Проверив монтаж и надежность паек, подайте выключателем питание на мультивибратор. Установите движок переменного резистора в крайнее левое по схеме положение (иначе говоря, в положение минимального сопротивления) и прижмите палец одновременно к обеим сенсорным пластинам. В динамической головке должен появиться звук сравнительно низкой тональности. Не отпуская пальца, поставьте движок переменного резистора в другое крайнее положение — тональность звука повысится.

Если звука нет, замкните сенсоры и добейтесь появления его подбором резистора R2 или R3. Резистор R2 подбирают в том случае, если звук едва прослушивается. При полном же его отсутствии нужно сначала замкнуть резистор R3 и убедиться в работоспособности мультивибратора, а затем подбирать резистор R3 (с меньшим сопротивлением).

Закончив проверку и налаживание инструмента, можно поиграть на нем. Приложив палец к сенсорам, установите переменным резистором желаемую тональность звука. Сильнее прижимая палец к сенсорам или прикладывая к ним сразу несколько пальцев, изменяйте тональность звука и исполняйте несложную мелодию. Немного тренировки — и вы сможете уверенно играть на этом необычном музыкальном инструменте.

Чтобы изменить границы звукового диапазона инструмента, нужно подобрать конденсатор C1. При увеличении его емкости высота тона понижается, а при уменьшении — повышается.

Инструмент потребляет ток от источника питания только во время касания сенсоров, в остальное время транзисторы закрыты. Поэтому энергия батареи расходуется экономно. Заменять ее приходится, как правило, через 40. . .50 ч работы инструмента.

"СВЕТОМУЗЫКАЛЬНЫЙ" ИНСТРУМЕНТ

А вот еще один необычный электромузыкальный инструмент (рис. 59). В нем вообще нет никакой клавиатуры, но тем не менее на нем можно исполнять несложные мелодии. Дело в том, что основным частотозадающим резистором в инструменте является фоторезистор, сопротивление которого зависит от освещенности его чувствительного слоя. Изменяя освещенность фоторезистора, изменяют тональность звучания инструмента. Для этого, держа инструмент в правой руке,

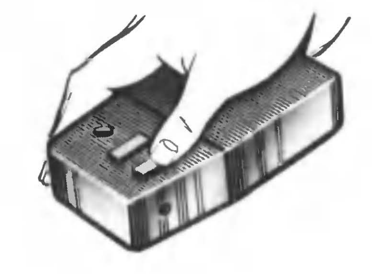


Рис. 59. Внешний вид "светомузыкального" инструмента

большим пальцем периодически касаются контактов сенсорного выключателя и одновременно поворачивают инструмент в горизонтальной плоскости относительно источника света, например настольной лампы. При каждом касании пальцем сенсоров раздается звук той или иной тональности. Частотный диапазон инструмента зависит от яркости источника света, от расстояния до него и может составлять четыре октавы.

Принципиальная схема светомузыкального инструмента приведена на рис. 60. На транзисторах VT1 и VT2 собран несимметричный мультивибратор (это генератор тона), частота колебаний которого зависит от емкости конденсатора C1, сопротивления резистора R3 и сопротивления фоторезистора R1. Изменение освещенности чувствительного слоя фоторезистора сказывается на его сопротивлении: при увеличении освещенности сопротивление фоторезистора падает, когда же освещенность уменьшается, сопротивление фоторезистора возрастает. А это, в свою очередь, влияет на тональность звука, издаваемого излучателем — головным телефоном BF1.

На остальных транзисторах выполнен сенсорный выключатель. В исходном состоянии, показанном на схеме, транзистор VT3 закрыт, мультивибратор отключен от источника питания GB1. Потребляемый устройством ток составляет доли миллиампера. Но стоит коснуться пальцем сенсоров E1 и E2, как через них, а также через резистор R6 и эмиттерные переходы составного транзистора VT4, VT5 потечет ток. Он зависит от сопротивления участка кожи между сенсорами и составляет несколько микроампер. Этого достаточно, чтобы составной транзистор открылся, а вслед за ним открылся транзистор VT3. Как только это произойдет, мультивибратор начнет работать и из головного телефона раздастся звук. Потребляемый устройством ток возрастет до 20. . .30 мА.

Резистор R6 ограничивает входной ток сенсорного выключателя, а цепь R4, C2 создает обратную связь, способствующую надежному переключению выключателя.

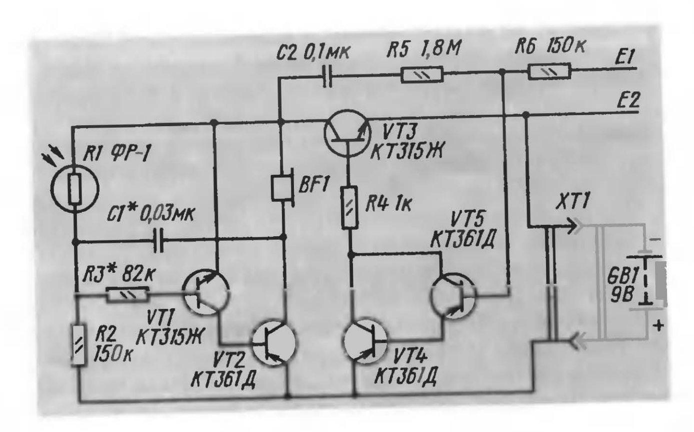


Рис. 60. Схема "светомузыкального" инструмента

Рис. 61. Монтажная плата "светомузыкального" инструмента

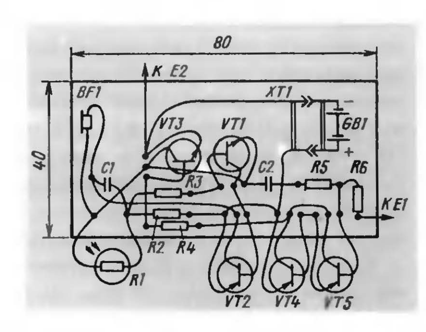
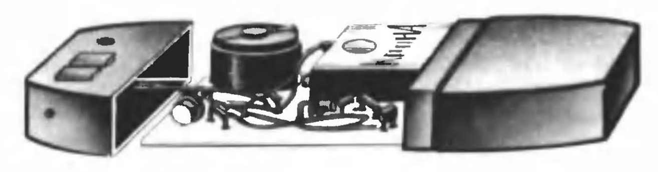


Рис. 62. Конструкция "светомузыкального" инструмента



В "светомузыкальном" инструменте использованы резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы КЛС и КМ-5. Транзисторы могут быть указанных серий (КТ315 и КТ361) с другими буквенными индексами, но все транзисторы — со статическим коэффициентом передачи тока не менее 25. Кроме того, транзисторы VT3 — VT5 должны быть с возможно меньшим обратным током коллектора. Головной телефон — малогабаритный, ТМ-2А.

Под эти детали и рассчитана монтажная плата (рис. 61), которую можно выпилить из любого изоляционного материала. Головной телефон можно прикрепить к плате с помощью проволочного хомутика или приклеить.

Вместе с источником питания (батарея "Крона", подключаемая через разъем XT1 — панельку от негодной "Кроны") плату размещают в непрозрачном корпусе, например футляре (рис. 62) размерами 80×45×20 мм от школьных счетных палочек. Напротив фоторезистора и головного телефона в корпусе сверлят отверстия.

Сенсорные пластины размерами 15×6 мм вырезаны из жести от консервной банки. Концы пластин загнуты, вставлены в прорези крышки футляра и загнуты изнутри. Пластины крепят на расстоянии не более 1 мм друг от друга. Соединяют пластины с платой многожильным монтажным проводом в поливинилхлоридной изоляции.

Налаживание этого электромузыкального инструмента сводится в основном к подбору частоты мультивибратора. Источник питания подключают к нему, минуя сенсорный выключатель (можно просто замкнуть выводы эмиттера и коллектора транзистора VT3 проволочной перемычкой). Направив фоторезистор на источник света и прикрывая фоторезистор рукой, устанавливают нужный частотный диапазон мультивибратора подбором конденсатора C1 и резистора R3 (он влияет и на громкость звука).

Звуковой излучатель — головной телефон — маломощный, громкость звука его невелика. Исполняемая мелодия слышна лишь вблизи инструмента-игрушки. Повысить громкость можно, подключив к выводам головного телефона усилитель звуковой частоты, например, описываемого далее электромузыкального инструмента. Для этих целей используют экранированный провод или кабель. Оплетку провода (или кабеля) подключают к верхнему (по схеме) выводу телефона, а

среднюю жилу — через конденсатор емкостью 3300...6800 пФ — к нижнему.

Инструмент можно значительно упростить, если установить вместо сенсорного выключателя малогабаритный кнопочный. В этом случае транзисторы VT3 — VT5, резисторы R4 — R6 и конденсатор C2 удаляют. Правда, с электрическим выключателем исполняемая мелодия может сопровождаться щелчками при подаче питания.

ОДНОГОЛОСНЫЙ ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Несравненно больший интерес представляет "игрушечный" электромузыкальный инструмент, обладающий значительно лучшими качеством звука и исполнительскими возможностями по сравнению с предыдущими конструкциями. Рабочий диапазон инструмента составляет три октавы, а громкость звучания его достаточна, чтобы исполняемая мелодия была хорошо слышна даже в помещении большой площади. Питается инструмент от сети переменного тока.

Познакомимся с устройством и работой инструмента по его принципиальной схеме (рис. 63). Инструмент комбинированный — в нем используются микросхема и транзисторы. На элементах DD1.1 — DD1.3 микросхемы собран генератор звуковой частоты, являющийся задающим генератором. Но работать генератор будет только тогда, когда в цепь обратной связи включается нажатием какой-либо клавиши (контакты кнопочных выключателей SB1 — SB36) один из резисторов R1 — R36. Тональность звука зависит от сопротивления резистора и емкости конденсатора C1.

Как видите, в цепи обратной связи может быть включено 36 различных по сопротивлению резисторов, а значит, на выходе генератора (вывод 8 элемента DD1.3) возможны сигналы стольких же частот. Номиналы конденсатора и резисторов подобраны такими, что рабочий диапазон инструмента составляет три октавы — от тона "до" первой октавы до "си" третьей.

Выходной сигнал генератора сразу подавать на усилитель нежелательно из-за сравнительно небольшого входного сопротивления усилителя, что может сказаться на частоте генератора. Поэтому между генератором и усилителем включен инвертор на элементе DD1.4, выполняющий роль согласующего каскада. Инвертор нагружен на переменный резистор регулировки громкости R37, с движка которого сигнал подается далее через конденсатор C2 на усилитель звуковой частоты.

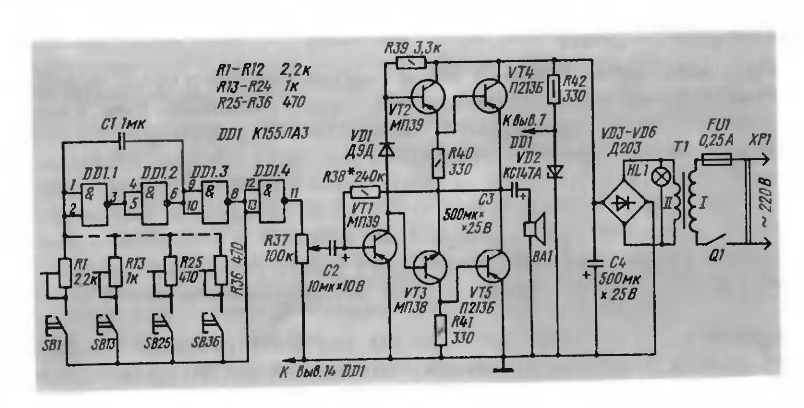


Рис. 63. Схема одноголосного электромузыкального инструмента

В усилителе три каскада — предварительного усиления, предоконечный и выходной. Каскад предварительного усиления собран на транзисторе VT1 по схеме с общим эмиттером. Его нагрузкой является резистор R39. С него сигнал подается на предоконечный каскад, собранный на транзисторах VT2, VT3. Он необходим для того, чтобы обеспечить двухтактный режим работы выходного каскада. Для облегчения этой задачи и упрощения схемы каскада в нем использованы транзисторы разной структуры — транзистор VT2 структуры *p-n-p* и транзистор VT3 структуры *n-p-n*. При этом транзистор VT2 усиливает отрицательные полуволны сигнала, а транзистор VT3 — положительные.

С нагрузок транзисторов (резисторы R40 и R41) предоконечного каскада сигналы поступают далее на транзисторы VT4, VT5 выходного каскада. В общей точке соединения этих транзисторов происходит "стыковка" полуволн. Чтобы при этом не образовалась "ступенька", являющаяся наиболее характерным видом искажений подобных усилителей, на базы транзисторов VT2 и VT3 подано напряжение смещения, образующееся из-за падения напряжения на диоде VD1. А чтобы возможно точнее поддерживать режим работы выходных транзисторов (от этого зависит максимальная неискаженная выходная мощность усилителя), в усилителе введена отрицательная обратная связь по постоянному току включением резистора R38.

К выходному каскаду подключена через конденсатор С3 нагрузка — динамическая головка ВА1.

Постоянное напряжение, необходимое для работы электромузыкального инструмента, получается с помощью комбинированного блока питания. Он состоит из понижающего трансформатора Т1, к вторичной обмотке которого подсоединен выпрямитель, собранный на диодах VD3—VD6 по мостовой схеме. Выходное напряжение выпрямителя фильтруется оксидным конденсатором С4 и поступает на усилитель. К выпрямителю подключен простейший параметрический стабилизатор напряжения, состоящий из резистора R42 и стабилитрона VD2. Получающееся на нем напряжение около 5 В подается на микросхему.

Если инструментом придется пользоваться в помещении без электрической проводки или на открытом воздухе, источником питания могут служить, например, батареи 3336. Тогда усилитель нужно питать от двух последовательно соединенных батарей, микросхему — от одной. Использовать общий источник для питания усилителя и микросхемы не рекомендуется — при большой громкости напряжение батареи немного падает, что может привести к изменению частоты генератора или к неустойчивой его работе.

Вместо микросхемы К155ЛА3 можно использовать аналогичную, содержащую элементы И-НЕ или несколько микросхем с такими элементами. Если, к примеру, у вас окажутся микросхемы К155ЛА1, содержащие по два элемента И-НЕ с четырьмя входами каждый, придется использовать два таких корпуса, объединив входы каждого элемента. Подойдут и микросхемы К155ЛА4 с тремя элементами И-НЕ по три входа у каждого. В этом случае также понадобятся две микросхемы, но у одной из них останутся свободными два элемента (у использованных элементов входные выводы соединяют вместе). Как видите, возможности замены широкие, но при той или иной замене следует откорректировать чертеж монтажной платы.

Конденсатор С1 — бумажный, типа БМ или МБМ, оксидные конденсаторы С2—С4 — К50-6. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 (R38—R41) и МЛТ-0,5 (R42), переменный R37 — СП-I, подстроечные R1—R36 — любого типа, но возможно меньших размеров (например, СП3-1а, СП3-1б). Резисторы R1—R12 должны быть сопротивлением 2,2 кОм, R13—R24 — 1 кОм, R25—R36 — 470 Ом. Можно вообще обойтись без подстроечных резисторов, заменив их постоянными. Но в этом случае сопротивление каждого резистора придется предварительно определить при налаживании конструкции, затем впаять в плату (если резисторы предполагается смонтировать на общей плате). Правда, налаживание конструкции при таком варианте усложнится.

Транзисторы МП39 можно заменить любыми другими из серий МП39—МП42, транзистор МП38 — любым из серий МП35—МП38, транзисторы П213Б — другими аналогичными транзисторами средней мощности (например, П213—П217, П201—П203) с возможно большим коэффициентом передачи тока. Вместо диода Д9Д подойдет другой диод этой серии, вместо Д203 — любые другие, рассчитанные на выпрямленный ток более 0,3 А и обратное напряжение не менее 25 В.

Трансформатором питания служит выходной трансформатор кадровой развертки телевизора — ТВК-70А. Подойдет и другой понижающий трансформатор с переменным напряжением на обмотке II 8...11 В. Сигнальная лампа HL1 — на напряжение 12 В. Выключатель Q1 — тумблер, но возможно использование выключателя, спаренного с переменным резистором регулировки громкости. Разъем ХР1 — сетевая вилка.

Динамическая головка ВА1 — типа 1ГД-40, но лучшие результаты получатся с головкой большей мощности — 3—4 Вт. Звуковая катушка головки должна быть сопротивлением 5...10 Ом. Причем наибольшую выходную мощность удастся получить с головкой, обладающей меньшим сопротивлением, — об этом не следует забывать при выборе головки.

Клавиатуру удобно применить готовую и расположить под клавишами контакты выключателей SB1 — SB36 так, чтобы контакты замыкались при нажатии на клавишу, — работа эта несложная. В качестве контактов хорошо работают пружины от электромагнитных реле, например, типа РСМ, РЭС6, РЭС9.

А может быть, вы захотите изготовить клавиатуру с контактной системой самостоятельно? Это не так сложно, как может показаться. Понадобится сухая древесина (желательно применять более твердые породы деревьев, например березу, клен). Из нее вырезают три (можно две) разновидности заготовок для белых клавиш и одну разновидность для черных (рис. 64). Подсчитать общее число тех или иных заготовок нетрудно, если воспользоваться рисунком расположения клавиш одной октавы (рис. 65).

Каждую заготовку шлифуют мелкозернистой наждачной бумагой, а затем на более длинные (белые клавиши) наклеивают сверху и с широкого торца полоски белого целлулоида или такого же цвета пластмассы, более короткие (черные клавиши) покрывают черным лаком.

Собирают клавиатуру в корпусе конструкции (рис. 66). Для этого на дне корпуса устанавливают ограничительную *2* и нижнюю прижимную *8* рейки. Между рейками размещают контактные пружины *9*. Против контактов и выводов пружин в дне корпуса должны быть вырезы — они позволят припаять к пружинам проводники от подстроечных резисторов и генератора, а также периодически очищать контакты.

Каждую клавишу *1* прикрепляют с помощью шарнира к нижней рейке. Роль шарнира выполняет тонкая пластина *5* из гетинакса.

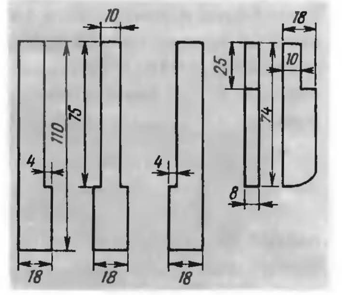


Рис. 64. Заготовки для клавиш

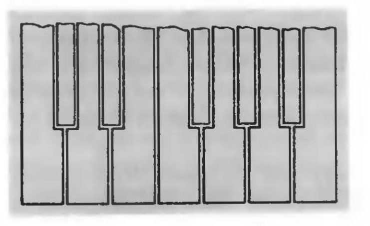


Рис. 65. Расположение клавишей одной октавы

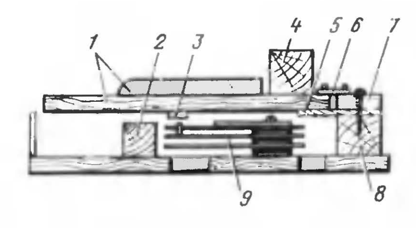


Рис. 66. Устройство клавиатуры с контактами

Вместо гетинакса подойдет любой эластичный материал (целлулоид, органическое стекло). Пластину приклеивают одним концом к клавише *1*, а другой конец ее зажимают между верхней *7* и нижней *8* рейками шурупами, которые ввинчивают в промежутки между клавишами. Между торцом клавиши и рейкой *7* оставляют зазор 1. . .2 мм, для чего во время сборки и регулировки между клавищей и рейкой вкладывают полоску картона нужной толщины (по окончании регулировки полоску, конечно, вынимают).

Чтобы клавиша в исходном состоянии была прижата к опорной рейке *4*, между концом клавиши и рейкой *7* устанавливают достаточно жесткую возвратную стальную спиральную пружину *6* (вместо нее можно применить резиновый шнур). Возвратную пружину можно расположить и в рейке *2*. Для этого в рейке высверливают отверстие примерно на две трети толщины, в которое вставляют спиральную пружину, длину ее подбирают опытным путем.

К каждой клевише перед ее установкой приклеивают снизу деревянный выступ *3*, а на него наклеивают пластинку из гетинакса — она меньше подвержена износу по сравнению с деревом. Выступ должен быть расположен напротив толкателя контактных пружин либо просто напротив верхней пружины группы нормально разомкнутых контактов. В любом случае при нажатии на клавишу контактные пружины должны надежно замыкаться. Чтобы при отпускании клавиш уменьшить создаваемый ими шум, на рейку *2* следует наклеить мягкий материал, например фланель.

Подстроечные резисторы R1—R36 можно смонтировать на отдельной длинной планке и расположить планку вблизи выводов контактных пружин.

Микросхему с частотозадающим конденсатором C1, детали усилителя (кроме переменного резистора и динамической головки), параметрический стабилизатор напряжения и конденсатор фильтра C4 монтируют на плате (рис. 67) из изоляционного материала (гетинакс, текстолит) толщиной 1. . .1,5 мм. Мощные выходные транзисторы VT4, VT5 крепят к теплоотводящим пластинам из дюралюминия толщиной 1,5. . .2 мм и размерами 50×60 мм, а уже пластины прикрепляют винтами к плате.

Трансформатор питания и выпрямительные диоды укрепляют на другой плате (рис. 68) такой же толщины, что и первая.

Платы крепят к дну корпуса, а на лицевой стенке корпуса (рис. 69) устанавливают регулятор громкости, выключатель питания и сигнальную лампу. Динамическую головку крепят к задней стенке, которую при игре обычно обращают в сторону слушателей. В стенке вырезают отверстие напротив диффузора головки и прикрывают его декоративной решеткой. Шнур питания выводят через отверстие

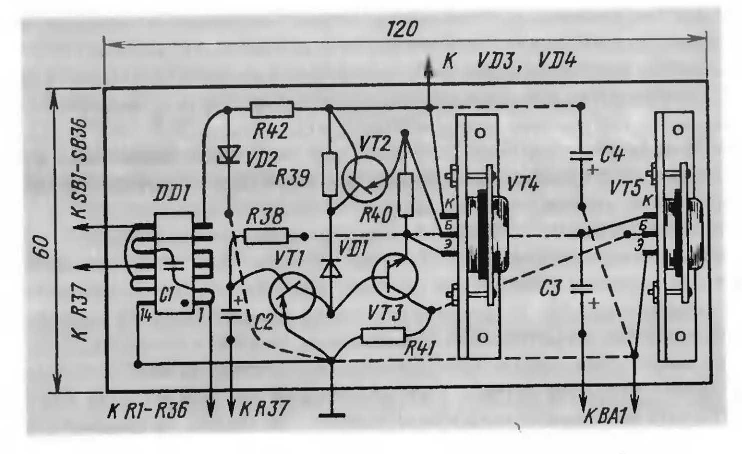


Рис. 67. Монтажная плата генератора и усилителя звуковой частоты

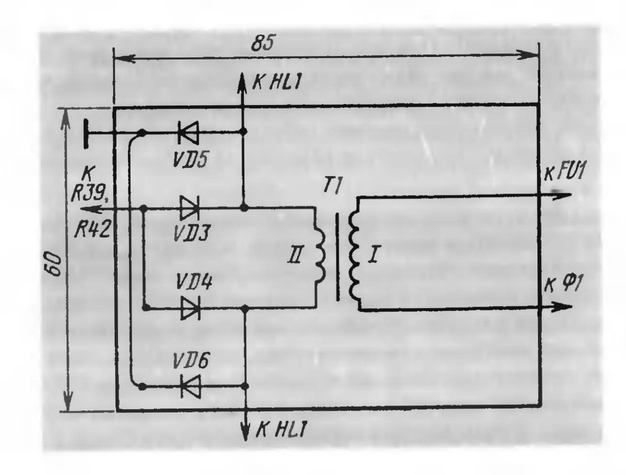


Рис. 68. Монтажная плата выпрямителя

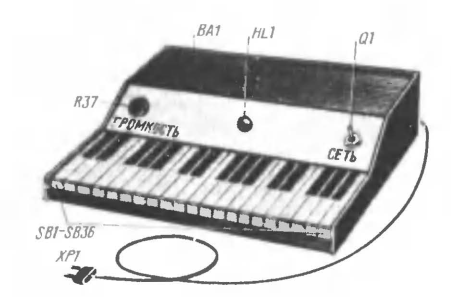


Рис. 69. Внешний вид одноголосного электромузыкального инструмента

в задней или боковой стенке. Чтобы можно было налаживать инструмент и периодически проверять его работу, крышка корпуса должна быть съемной.

Налаживание электромузыкального инструмента начинают с проверки выпрямленного напряжения на конденсаторе С4 — оно должно быть в пределах 9...12 В. Затем измеряют напряжение на стабилитроне VD2 — около 5 В (оно зависит от самого стабилитрона и сопротивления резистора R42). Если напряжение отличается более чем на 0,2 В, желательно заменить стабилитрон на другой, но такого же типа — ведь стабилитроны имеют разброс по напряжению стабилизации.

Далее нужно измерить постоянное напряжение на выходе усилителя — в точке соединения эмиттера транзистора VT4 и коллектора VT5. Это напряжение должно равняться половине напряжения питания, т.е. половине напряжения, измеренного на конденсаторе С4. Установить его точнее можно подбором резистора R38: при уменьшении его сопротивления напряжение возрастает и наоборот.

Только после этого следует проверить ток коллектора выходных транзисторов при отсутствии входного сигнала (так называемый ток покоя). Для этого достаточно включить миллиамперметр в цепь коллектора любого из транзисторов VT4, VT5. Наилучший режим — 20...30 мА. Регулировать ток покоя можно только подбором диода VD1. Если ток значительно превышает указанное значение, подбирают диод с меньшим прямым сопротивлением или включают параллельно ему такой же диод (в той же полярности). При малом значении тока нужен диод с большим прямым сопротивлением (можно также включить последовательно с диодом резистор с небольшим сопротивлением и подобрать им нужный ток).

Генератор тока, как правило, начинает работать сразу после подачи питания и нажатия любой из клавиш. Переменным резистором R37 устанавливают желаемую громкость.

Следующий этап — подбор сопротивлений резисторов R1—R36. Вначале их движки следует установить в нижнее (по схеме) положение, т.е. полностью ввести сопротивления резисторов. Нажав клавишу с контактами SB1, перемещением движка резистора R1 добиваются частоты генератора, соответствующей тону "до" первой октавы. Образцовым инструментом при этом может быть рояль, баян, аккордеон. Еще лучше налаживать генератор с помощью электронного частотомера — его подключают параллельно выводам переменного резистора R37. Тогда при нажатии клавиши с контактами SB1 резистором R1 устанавливают частоту 261,63 Гц.

Нажимая последующие клавиши, устанавливают подстроечными резисторами нужные частоты генератора. Они должны соответствовать следующим значениям: 277,18 Гц ("до-диез" — резистор R2), 293,66 Гц ("ре" — R3), 311,13 Гц ("ре-диез" — R4), 329,63 Гц ("ми" — R5), 349,23 Гц ("фа" — R6), 369,99 Гц ("фа-диез" — R7), 392 Гц ("соль" — R8), 415,3 Гц ("соль-диез" — R9), 440 Гц ("ля" — R10), 466,16 Гц ("си-бемоль" — R11), 493,88 Гц ("си" — R12), и далее аналогичным нотам второй и третьей октав — 523,25 Гц (R13), 554,37 Гц (R14), 587,33 Гц (R15), 622,25 Гц (R16), 659,26 Гц (R17), 698,46 Гц (R18), 739,99 Гц (R19), 783,99 Гц (R20), 830,61 Гц (R21), 880 Гц (R22), 932,33 Гц (R23), 987,77 Гц (R24), 1046,5 Гц (R25), 1108,73 Гц (R26), 1174,66 Гц (R27), 1244,51 Гц (R28), 1318,51 Гц (R29), 1396,91 Гц (R30), 1479,98 Гц (R31), 1567,98 Гц (R32), 1661,22 Гц (R33), 1760 Гц (R34), 1864,66 Гц (R35), 1975,53 Гц (R36).

Если вы все же решили применить в инструменте не подстроечные, а постоянные резисторы, порядок настройки несколько изменяется. Вначале при нажатии соответствующей клавиши включают в цепь ее контактов подстроечный резистор, например, сопротивлением 2,2 кОм и устанавливают им нужную частоту генератора. Затем возможно точнее измеряют получившееся сопротивление и подбирают постоянный резистор с таким сопротивлением — его и впаивают в конструкцию.

Добиваться указанной высокой точности частоты генератора совсем не обязательно — ведь это не профессиональный инструмент, а игрушка. Достаточно получить округление до целых или десятых единиц герца.

Инструмент можно значительно упростить в конструктивном отношении, если использовать всего две или даже одну октаву. Тогда упростится клавиатура, понадобится меньшее число подстроечных резисторов, да и сам корпус станет более компактным. Если же при таком решении ограничиться и менее мощным усилителем звуковой частоты, можно построить малогабаритную музыкальную шкатулку, использовав в ней кнопочные микропереключатели и одну-две батареи 3336 в качестве источника питания.

МУЗЫКАЛЬНЫЙ АВТОМАТ

Всего три микросхемы, столько же кремниевых транзисторов да немногим более десятка резисторов и конденсаторов понадобится для постройки музыкального автомата (рис. 70), исполняющего мелодию из восьми звуков.

"Сердцем" автомата является тактовый генератор, собранный на элементах DD1.1, DD1.2 и транзисторе VT1. Он вырабатывает прямоугольные импульсы, частота следования которых зависит от сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора С1. Импульсы тактового генератора поступают на счетчик, составленный из четырех последовательно соединенных триггеров. При поступлении на счетчик каждого тактового импульса изменяется состояние одного из триггеров. Если, к примеру, от первого импульса триггер DD2.1 принял единичное состояние и на его прямом выходе (вывод 5 элемента DD2.1) появился сигнал логической 1, то при втором импульсе в такое же состояние переходит триггер DD2.2, при третьем — DD3.1, при четвертом — DD3.2.

Одновременно с приходом четвертого импульса изменяется сигнал на инверсном выходе триггера DD3.2, а значит, на входе D первого триггера. Теперь при каждом последующем импульсе состояние триггеров будет поочередно изменяться на противоположное. Иначе говоря, первая четверка импульсов тактового генератора переводит триггеры поочередно в единичное состояние, а вторая — в нулевое и т.д.

К прямым выходам триггеров подключена цепочка резисторов R4—R11 — это так называемый цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). Постоянное напряжение на выходе ЦАП (на точке соединения резисторов R11, R10) будет изменяться в зависимости от состояния триггеров счетчика в данный момент. Поскольку раз-

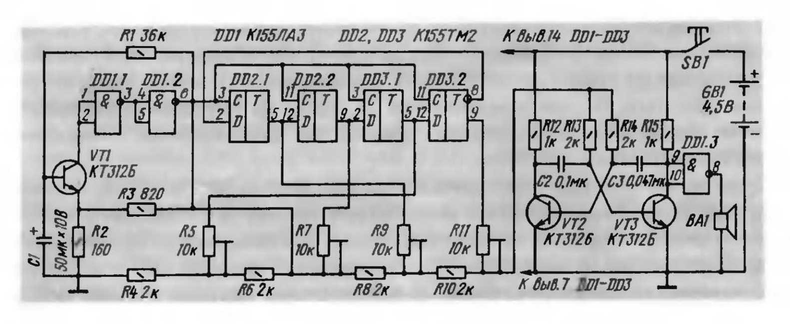


Рис. 70. Схема музыкального автомата

личных сочетаний состояний триггеров может быть восемь, значит, на выходе ЦАП будет восемь различных постоянных напряжений за один полный цикл работы счетчика.

Выходное напряжение ЦАП поступает на базовые цепи транзисторов VT2, VT3 несимметричного мультивибратора, выполняющего роль генератора тона. Через развязывающий каскад на элементе DD1.3 к мультивибратору подключена маломощная динамическая головка BA1, которая преобразует электрические колебания мультивибратора в звуковые.

С каждым импульсом тактового генератора частота мультивибратора изменяется, поэтому в головке будет слышна та или иная мелодия — она зависит от выбранных при налаживании сопротивлений подстроечных резисторов.

В автомате можно использовать транзисторы серий КТ312, КТ315 или другие маломощные кремниевые транзисторы структуры *n-p-n* со статическим коэффициентом передачи тока 30...100. Вместо логических элементов микросхемы К155ЛА3 подойдут элементы И-НЕ (3И-НЕ, 4И-НЕ) других микросхем серии К155, включенные инверторами, т.е. с соединенными вместе всеми входными выводами.

Постоянные резисторы — МЛТ-0,25 (можно МЛТ-0,125), подстроечные — СП3-1б. Оксидный конденсатор C1 — К50-6, конденсаторы C2, C3 — любые малогабаритные, например КЛС, КМ. Динамическая головка — 0,1ГД-17 или другая малогабаритная, мощностью 0,05—0,25 Вт со звуковой катушкой сопротивлением постоянному току 6...10 Ом. Источник питания — батарея 3336, выключатель — малогабаритный кнопочный, скажем, КМ1-I. Подойдет, конечно, и выключатель типа тумблер на два положения, но кнопочный выгоден тем, что мелодия будет звучать до тех пор, пока нажата кнопка выключателя. Энергия батареи расходуется в этом случае более экономно.

Детали автомата, кроме динамической головки, выключателя и источника питания, смонтированы на плате (рис. 71) из изоляционного материала. Плату размещают внутри небольшого корпуса, конструкция которого может быть произвольной, например, показанной на рис. 72. На съемной нижней крышке корпуса крепят металлической скобой батарею питания, а на верхней панели — динамическую головку и кнопочный выключатель.

Перед налаживанием автомата движки подстроечных резисторов устанавливают в нижнее (по схеме) положение и подают на автомат питание (при наличии кнопочного выключателя замыкают проволочной перемычкой его выводы). Сразу же в динамической головке должен появиться звук, что будет свидетельствовать об исправности мультивибратора. Если при распайке выводов микросхемы не были допущены монтажные ошибки, тональность звука будет изменяться, т.е. начнет прослушиваться какая-то мелодия. Частота смены тона, а значит, темп мелодии и ее общая продолжительность (исполнение восьми звуков) могут быть изменены подбором резистора R1 или конденсатора C1. Саму же мелодию подбирают подстроечными резисторами, перемещая их движки при "срабатывании" соответствующего триггера счетчика.

Для получения той или иной мелодии можно подключать верхние (по схеме) выводы подстроечных резисторов к выходам других триггеров по сравнению с указанными на схеме. К примеру, вывод резистора R5 можно подключить к выводу 9 триггера DD2.2, а вывод резистора R7 — к выводу 5 триггера DD3.1 и т.д. Иначе говоря, автомат обладает широкими возможностями подбора нужной мелодии.

Иногда более приятное звучание получается, если установить конденсатор C2 такой же емкости, что и C1 (т.е. сделать мультивибратор симметричным), а пере-

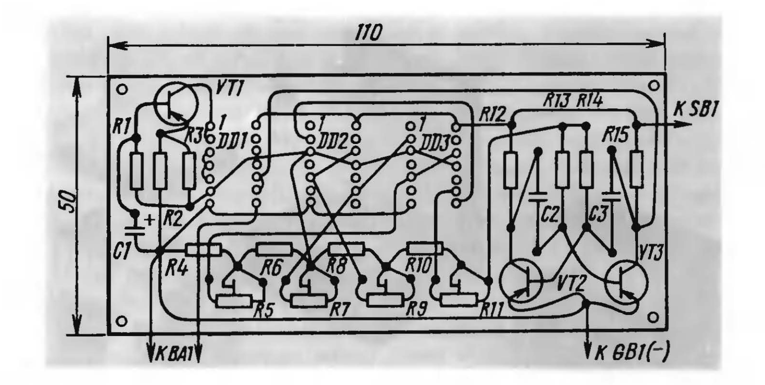


Рис. 71. Монтажная плата музыкального автомата

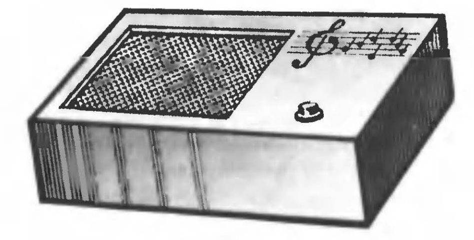


Рис. 72. Внешний вид музыкального автомата

мычку между выводом 6 элемента DD1.2 и точкой соединения резисторов R3, R6—R8 убрать. Но в этом случае бывает необходимо повысить частоту тактового генератора подбором резистора R1.

Помощь при налаживании автомата окажут световые индикаторы, временно включенные между входами триггеров и общим проводом. Каждый такой индикатор может быть составлен из последовательно соединенных резистора сопротивлением 680 Ом и светодиода (катодом — к общему проводу) АЛ102Г. Теперь по зажиганию светодиодов нетрудно следить за состоянием триггеров счетчика и перемещать движок соответствующего подстроечного резистора.

СВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ ТАНЦПЛОЩАДКА

На столе — небольшая коробка (рис. 73) в виде импровизированной эстрады с фигуркой танцора на сцене и с двумя ручками управления на лицевой стенке. Заиграла музыка, и танцор "ожил" — он начал плясать, выполняя под ритм самые разнообразные движения руками, ногами, корпусом. Одновременно на сцене появляются вспышки света, также согласованные с ритмом исполняемого музыкального произведения.

Как же удается заставить плясать фигурку танцора? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно познакомиться с устройством этого необычного эстрадного театра (рис. 74). Он состоит из нескольких деталей. Главная из них — сцена *6*, изготовленная из фанеры или другого прочного материала толщиной 5...8 мм. Дна у сцены нет, а в верхней крышке вырезано отверстие под динамическую головку *11*. К динамической головке прикреплен резиновым клеем кружок *12* из чертежной бумаги. На этом кружке стоит фигурка танцора *5*. Туловище фигурки вырезают из легкого материала, скажем, бальзы, а трубочки для рук и ног из сухой бузины или тоже бальзы. Через трубочки пропускают швейную нить и прикрепляют ее к туло-

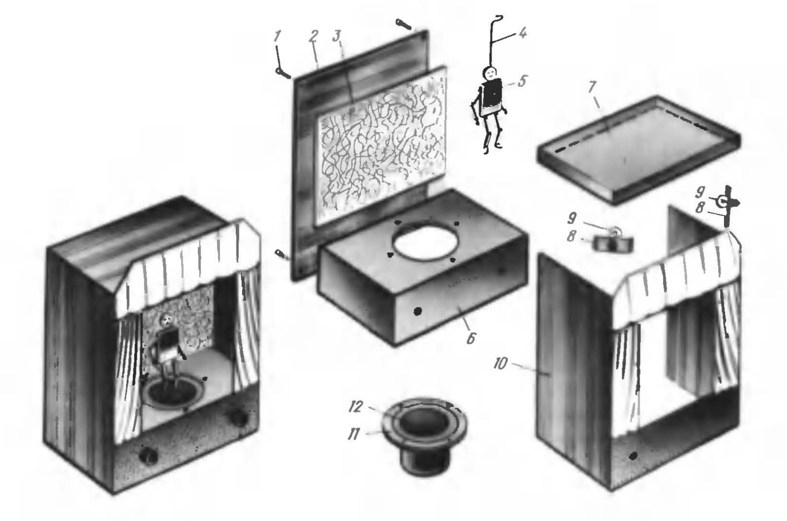


Рис. 73. Внешний вид светомузыкальной танцплощадки

Рис. 74. Устройство светомузыкальной танцплощадки

вищу так, чтобы трубочки легко сгибались относительно друг друга и туловища. С помощью такой же нити *4* фигурку прикрепляют к крыше *7* театра. При этом ноги танцора должны касаться кружка динамической головки, но не сгибаться.

Спереди к сцене прикрепляют П-образную стойку *10*, изготовленную из картона или плотной чертежной бумаги. Лицевую часть стойки нужно оформить так, чтобы было впечатление, что это занавески и шторы, а также барьер сцены.

В углах стойки с внутренней стороны укреплены держатели *8* — по два в каждом углу на некотором расстоянии друг от друга. Они изготовлены из картона. В стойки ввернуты малогабаритные лампы *9*, которые соединяют проводниками с электронным устройством, размещенным внутри сцены.

Крышу *7* склеивают из картона или плотной чертежной бумаги и приклеивают к стойке *10*.

Сзади к сцене и крыше винтами *1* прикрепляют стенку *2* с предварительно приклеенным к ней декоративным панно *3* — это может быть подходящая иллюстрация из журнала или собственный рисунок, скажем, абстрактного содержания.

Теперь, наверное, будет понятно, почему фигурка танцора пляшет. Ведь она касается бумажного кружка динамической головки. Стоит подать на головку сигнал звуковой частоты — и кружок начнет вместе с диффузором головки колебаться вверх-вниз, а значит, подбрасывать ноги танцора. Фигурка придет в движение. Хотя колебания кружка едва заметны на глаз, скорость их и сила толчка достаточны, чтобы фигурка подпрыгивала сравнительно высоко, имитируя пируэты настоящего танцора.

Схема электронной "начинки" игрушки приведена на рис. 75. Она состоит из двух узлов: усилителя звуковой частоты, собранного на транзисторах VT3—VT7, и светодинамического сопровождения, выполненного на транзисторах VT1, VT2. Оба узла работают от сигнала звуковой частоты, поступающего на разъем XS1 с динамической головки радиоприемника, магнитофона или трансляционного громкоговорителя. Рассмотрим работу каждого узла.

Сначала об узле светодинамического сопровождения. Входной сигнал подается через конденсатор C1 на регулятор яркости вспышек — переменный резистор R2. Этот резистор одновременно входит в состав делителя напряжения R3, R2, предназначенного для установки нужного напряжения смещения на базе транзистора VT1. Подобный способ подачи смещения обладает малой термостабильностью, но выбран из-за своей сравнительной простоты, тем более, что пользоваться игрушкой будут в помещении с относительно постоянной температурой окружающей среды.

Подаваемый на базу транзистора VT1 сигнал будет зависеть от положения движка переменного резистора R2: чем он ближе к верхнему по схеме выводу, т. е. к базе транзистора, тем больший сигнал будет поступать на базу. Изменение сигнала на базе при перемещении движка резистора происходит из-за того, что сопротивление между движком и верхним выводом составляет с сопротивлением эмиттерного перехода (т. е. сопротивлением между базой и эмиттером) делитель напряжения, коэффициент передачи которого изменяется по мере приближения движка к верхнему выводу или удаления от него.

С нагрузки первого каскада (резистор R4) усиленный сигнал подается через конденсатор C3 на второй каскад, нагрузкой которого являются четыре последовательно соединенные лампы HL1 — HL4. Режим работы каскада подобран с помощью делителя R5, R6 таким образом, что в отсутствие сигнала лампы либо не светятся, либо их нити едва накалены. С приходом же сигнала яркость ламп возрастает тем больше, чем больше амплитуда сигнала.

Усилитель звуковой частоты собран по такой же схеме, что и усилитель одноголосного электромузыкального инструмента, о котором рассказывалось ранее. Исключение составляет использование в выходном каскаде маломощных транзисторов VT6, VT7 и разделительного конденсатора C5 меньшей емкости. Это обусловлено применением динамической головки BA1 небольшой мощности.

Сигнал на усилитель подается через конденсатор C4 с движка переменного резистора R1 — это регулятор громкости. Он спарен с выключателем питания игрушки SA1. Источником питания служит батарея GB1.

Транзисторы VT1, VT3, VT4 могут быть серий МП39—МП42 с возможно большим статическим коэффициентом передачи тока, VT2 — любой из серий П213—П217 (желательно с большим коэффициентом передачи) ; VT5 — другой маломощный германиевый транзистор структуры *n-p-n* (например, МП35, МП37Б), VT6, VT7 — МП41, МП41А, МП42А, МП42Б с наибольшим коэффициентом передачи тока.

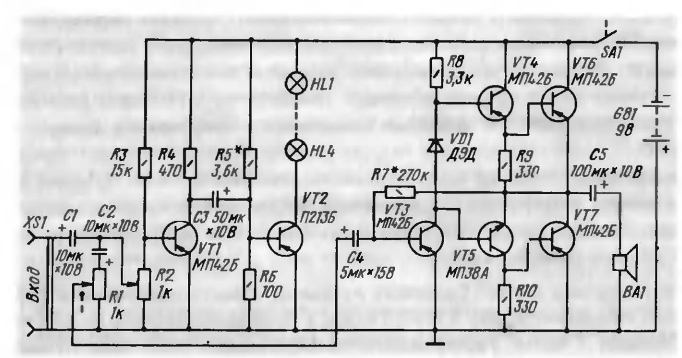


Рис. 75. Схема светомузыкальной танцплощадки

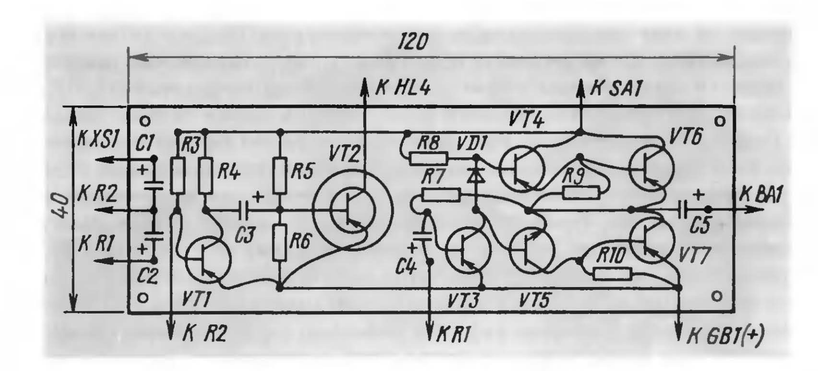


Рис. 76. Монтежная плата игрушки

Динамическая головка — от абонентского трансляционного громкоговорителя или другая круглая динамическая головка мощностью до 1 Вт и со звуковой катушкой сопротивлением 4. . . 8 Ом. От размеров динамической головки зависят габаритные размеры конструкции.

Лампы — МН 2,5-0,15, но подойдут МН 3,5-0,26 или аналогичные. В последнем случае придется включить последовательно только три лампы вместо четырех, чтобы яркость вспышек была больше. Постоянные резисторы — МЛТ-0,25, переменный R2 — СП-I или подобный, R1 — любого типа, спаренный с выключателем SA1. Оксидные конденсаторы — К50-6, диод — любой из серии Д9, разъем XS1 — любой конструкции, например СГ-3. Источником питания могут быть две последовательно соединенные батареи 3336 либо маломощный выпрямитель с выходным напряжением 8. . . 10 В.

Часть деталей электронной "начинки" игрушки размещена на монтажной плате (рис. 76), причем мощный транзистор VT2 укреплен в отверстии в плате. Плату прикрепляют к задней стенке сцены изнутри. На этой же стенке размещают разъем XS1. Переменные резисторы укрепляют на передней стенке сцены. О креплении ламп и динамической головки было сказано ранее.

На время налаживания конструкцию желательно питеть от выпрямителя. Если пульсации выпрямленного напряжения значительны, следует подключить к выходным зажимам или проводникам выпрямителя оксидный конденсатор емкостью до 1000 мкФ. Включив питание, нужно измерить постоянное напряжение на коллекторе (относительно общего провода) транзистора VT1 — оно должно быть около 3 В. При значительном отличии измеренного напряжения следует подобрать резистор R3.

Затем измеряют падение напряжения на лампах HL1 — HL4, иначе говоря, напряжение между коллектором транзистора VT2 и минусовым проводом питания — оно должно быть около 0,5 В. Такое напряжение при необходимости можно установить подбором резистора R5.

Можно поступить иначе. Включить временно вместо постоянного резистора R5 переменный сопротивлением 6,8 — 10 кОм, а последовательно с ним — постоянный сопротивлением 1 кОм. Уменьшением сопротивления этой цепи нужно добиться едва заметного накала ламп, а затем немного увеличить сопротивление цепи переменным резистором, измерить получившееся общее сопротивление и впаять в устройство постоянный резистор такого же или возможно близкого номинала. Окончательно подобрать резистор можно во время проверки установки в работе.

В усилителе звуковой частоты проверяют напряжение между эмиттером и коллектором транзистора VT7 — оно должно быть равно примерно половине непряжения источника питания. При необходимости это напряжение устанавливают точнее подбором резистора R7.

После этого полезно проверить потребляемый установкой ток от источника питания. Для этого при разомкнутых контактах выключателя SA1 подключеют параллельно им миллиамперметр на 100 — 500 мА. Стрелка прибора должна показать ток 40. . . 60 мА. При значительно большем токе желательно устеновить резистор R5 с большим сопротивлением.

Далее подают на вход установки сигнал с динамической головки какого-нибудь радиоустройства: радиоприемника, магнитофона, электрофона, трехпрограммного (или обычного) трансляционного громкоговорителя. Устанавливеют нормальную громкость звучания, а затем перемещением движка переменного резистора R1 от нижнего (по схеме) вывода проверяют громкость звуке установки. Она должна быть достаточной, а колебания диффузора головки BA1 такими, чтобы фигурка пришле в движение. В крайнем случее фигурку можно опустить немного ниже.

При такой громкости нужно перемещать вверх (по схеме) движок переменного резистора R2 и неблюдать за лампами. Если они вспыхивают достеточно ярко и хорошо освещают сцену даже при среднем положении движка, все в порядке. Если же яркости не хватает даже тогда, когда движок находится в верхнем положении, нужно увеличить начальный ток коллектора транзистора VT2 подбором резистора R5 (установить резистор с меньшим сопротивлением). Однако следует помнить, что чем больше начальный ток, тем больше потребление тока от источника питания и тем больше разогрев транзистора.

В заключение следует проверить потребляемый установкой ток в рабочем режиме. Для этого нужно вновь выключить установку и подключить миллиамперметр параллельно контактам выключателя SA1. При наибольшей громкости звука и мексимальной яркости ламп ток не должен быть более 200 мА.

Если во время работы будет сильно нагреваться транзистор VT2, нужно либо уменьшить его начальный ток, либо установить транзистор на небольшой радиатор, либо заменить транзистор другим, с большим коэффициентом передачи тока.

Большего эффекта действия игрушки можно добиться, если сцену будут освещать не просто вспышки ламп, а цветные сполохи, окраска которых будет зависеть от "содержания" музыки. Иными словами, можно применить цветомузыкальное освещение сцены. С этой целью вместо каскада на транзисторе VT2, питающего лампы HL1 — HL4, нужно собрать три каскада (рис. 77), каждый из которых питает "свою" лампу, окрашенную в соответствующий цвет.

Но и это не все. Каждый каскад рассчитан на работу при поступлении на его вход сигнала определенной частоты. А значит, каждая лампа вспыхивает только при определенных звуках исполняемой мелодии. Скажем, лампа HL1 красного цвета зажигается только при сигналах частотой до 200 Гц, лампа HL2 зеленого цвета — при сигналах частотой примерно от 100 до 900 Гц, а лемпа HL3 синего цвета — при сигналах частотой свыше 600 Гц. Для этого в каскадах установлены соответствующие фильтры.

Первый каскад усилителя цветового сопровождения остается прежним, за исключением резистора нагрузки R4 — он берется с меньшим сопротивлением. Не базу транзистора VT2 сигнал поступает через фильтр C3, C6, хорошо пропускающий сигналы частотой до 200 Гц и значительно ослабляющий сигналы более высоких частот. Будем считать, что это каскад нижних частот.

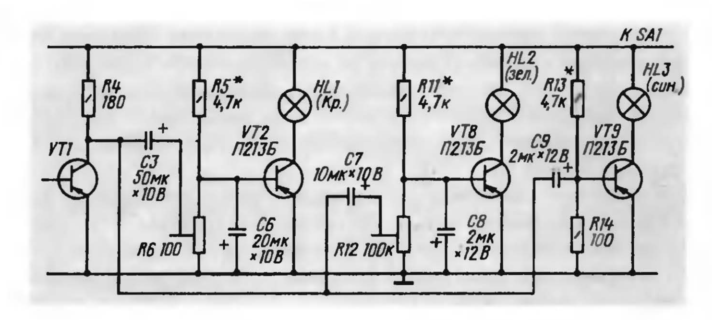


Рис. 77. Схема кескадов для цветомузыкального освещения сцены

На базу транзистора VT8 каскада средних частот сигнал поступает через фильтр C7, C8 — он ослабляет низшие и высшие частоты, но пропускает средние. На базу транзистора VT9 каскада высших частот проходят через конденсатор C2 только сигналы высших частот, средние и низшие ослабляются им.

На базы транзисторов каскадов низших и средних частот поступают более сильные сигналы (большие по амплитуде), чем на каскад высших частот. Поэтому в эти каскады введены подстроечные резисторы R6 и R12, выравнивающие усиление каскадов.

Конденсаторы C3, C6, C7 — К50-6, C8 и C9 — К50-3А. Подстроечные резисторы — СП3-1а или СП3-1б. Транзисторы VT2, VT8, VT9 — любые из серий П213—П217 с возможно большим статическим коэффициентом передачи тока, но одинаковым или близким. Каждый транзистор желательно укрепить на небольшой теплоотводящей пластине из алюминия или дюралюминия толщиной 2. . .3 мм. Лампы — на напряжение 6,3 В и ток 0,28 А, но подойдут лампы на 3,5 В и даже 2,5 В — в этом случае в каждом каскаде следует использовать по две последовательно соединенные лампы.

Потребляемая игрушкой мощность при использовании цветомузыкальной приставки возрастет, поэтому питать ее целесообразнее от выпрямителя.

Налаживают цветомузыкальную приставку в такой последовательности. Сначала устанавливают режим работы каскада на транзисторе VT1, как было рассказано ранее. Затем подбором резисторов R5, R11, R12 устаневливают падение напряжения на соответствующей лампе не более 1 В (для ламп на 6,3 В).

Далее движки подстроечных резисторов устанавливают в среднее положение, подают на вход (разъем XS1) сигнал с генератора звуковой частоты и устанавливают амплитуду сигнала равной 0,5 В при частоте 1000 Гц. Перемещая движок переменного резистора R2, добиваются наиболее яркого свечения лампы HL3 (или включенных вместо нее двух ламп). Напряжение на лампе не должно превышать допустимого, иначе лампа перегорит.

При неизменной амплитуде выходного сигнала генератора изменяют его частоту и определяют частоту, при которой яркость лампы наибольшая. По мере увеличения яркости движок переменного резистора R2 перемещают вниз (по схеме), чтобы каскад не перегружался. Максимальной яркости будет соответствовать резонансная частота каскада высших частот. Чтобы сместить ее в ту или иную сторону, нужно изменить емкость конденсатора C2: при уменьшении емкости резонансная частота возрастает и наоборот. Начиная с резонансной частоты и выше (до определенного предела), яркость лампы будет оставаться практически постоянной.

После этого частоту генератора уменьшают, поставив предварительно движок подстроечного резистора R12 в верхнее (по схеме) положение. Как и в предыдущем случае, находят резонансную частоту каскада средних частот. При подходе к ней яркость лампы HL2 уменьшают перемещением движка подстроечного резистора вниз (по схеме). Вполне допустимо, если резонансная частота окажется в пределах 200. . .400 Гц. Для того чтобы сместить ее в сторону более низких частот, достаточно увеличить емкость конденсатора C7, а в сторону более высоких — уменьшить емкость конденсаторов C7 и C8. Движок подстроечного резистора оставляют в таком положении, при котором яркость свечения лампы HL2 на резонансной частоте такая же, что и лампы HL3.

Аналогично проверяют и при необходимости налаживают каскад низших частот. Резонансную частоту (около 100 Гц) изменяют подбором конденсаторов C2 и C5.

Теперь лампы каскадов освещают сцену одинаково ярко на резонансных частотах при одинаковой амплитуде входного сигнала. Во время же работы игрушки амплитуда сигналов различных частот будет неодинаковой, поэтому на сцене будут появляться сполохи разной окраски и насыщенности. В зависимости от исполняемой мелодии переменным резистором R2 нетрудно установить наиболее приятную яркость освещения сцены.

Немного об окраске баллонов ламп. Лучше всего для этой цели использовать цапон-лак. А если его нет, можно применить другой способ. Баллон лампы обезжиривают ацетоном и покрывают слоем клея БФ-2. После высыхания клея баллон один или несколько раз опускают на 3. . .5 с в спиртовые чернила, используемые для заправки фломастеров. После полного высыхания покрытия на него наносят еще один слой клея. Подобный светофильтр выдерживает температуру до 130° С.

А можно поступать иначе. Чернила и клей предварительно перемешать в соотношение 1 : 1 по объему и опустить в полученный состав баллон лампы. При этом на лампу нужно подать питающее напряжение. Когда через некоторое время вы извлечете баллон из состава, окрашиваемая поверхность быстро высохнет.

ТИР С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ РУЖЬЕМ

На столе стоит небольшая горизонтальная панель с укрепленным на ней вертикальным щитом (рис. 78). На щите размещены самые разнообразные мишени, а на панели укреплено игрушечное ружье несколько необычной формы. Зарядив в дуло ружья миниатюрный стальной шарик, нажимают пусковую кнопку. Шарик вылетает из дула в сторону щита. Попали в одну мишень — и мишень упала,



Рис. 78. Внешний вид настольного тира

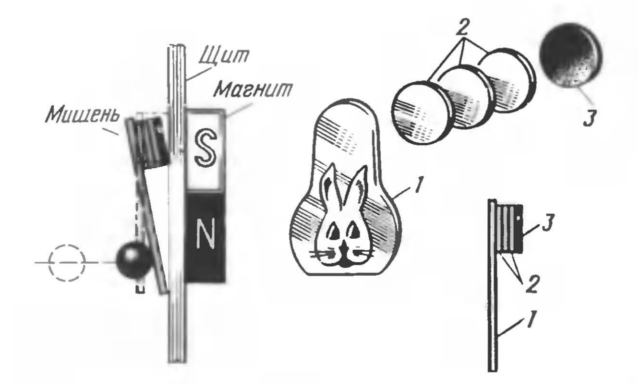


Рис. 79. Устройство магнитной мишени

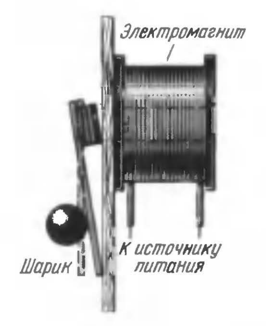


Рис. 80. Электромагнитная мишень

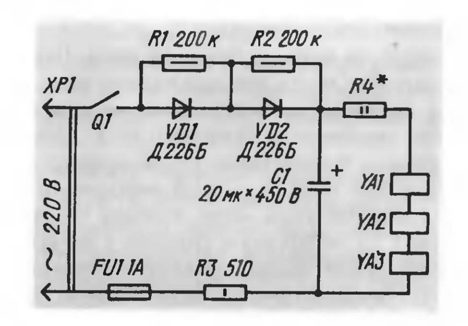


Рис. 81. Схема выпрямителя для питания электромагнитов

попали в другую — загорелась сигнальная лампа, угодили в третью — шарик остался в сетке мишени.

Познакомимся с устройством этого необычного тира. Начнем с мишеней. Одна из них — магнитная. Иначе говоря, к щиту с обратной стороны прикреплен небольшой постоянный магнит, например от дверной магнитной защелки (рис. 79), а с лицевой стороны расположена картонная фигурка, удерживаемая магнитом.

Фигурку *1* вырезают из плотного картона, раскрашивают и приклеивают к ней несколько картонных кружков *2* и кружок *3* из жести. Благодаря жестяному кружку фигурка и удерживается магнитом на поверхности щита. Когда же выпущенный из ружья шарик попадает, скажем, в нижнюю часть фигурки, она наклоняется и отскакивает от щита.

Постоянных магнитов и фигурок должно быть столько, сколько подобных мишеней предполагается установить на щите.

Если нет постоянных магнитов, можно воспользоваться высокоомными катушками от телефонных реле и подать на их выводы постоянное напряжение. Катушки нужно прикрепить к щиту с помощью кронштейнов так, чтобы торцы их сердечников были прижаты к щиту (рис. 80). Нетрудно догадаться, что катушки с сердечниками будут выполнять роль электромагнитов.

Как питать такие электромагниты? От сети переменного тока через однополупериодный выпрямитель (рис. 81), собранный на последовательно соединенных диодах VD1 и VD2. Чтобы уравнять обратные сопротивления диодов, параллельно им нужно включить резисторы R1, R2. Резистор R3 служит для ограничения скачка зарядного тока через конденсатор в момент включения выпрямителя. Резистор R4 необходим для подбора тока через электромагниты, а значит, нужного магнитного потока, удерживающего фигурку-мишень. Его сопротивление зависит от числа электромагнитов и сопротивления их обмоток. Резистор может и не понадобиться, если сопротивление каждой из трех последовательно соеденненных обмоток окажется равным 4000 . . . 5000 Ом. С уменьшением сопротивления обмоток или их числа сопротивление резистора должно возрастать.

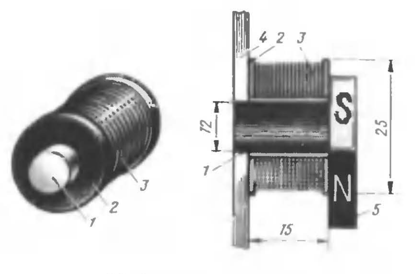


Рис. 82. Устройство датчика электронной мишени

Совсем не обязательно устанавливать два последовательно соединенных диода и шунтирующие их резисторы — эту цепь может заменить один диод Д211, Д217, Д218 или аналогичный, рассчитанный на обратное напряжение не ниже 600 В.

Следующая мишень — злектронная (рис. 82). На щите *4* просверлено отверстие, в которое входит конец сердечника *1* датчика мишени. На сердечнике размещен каркас *2* с обмоткой *3*, намотанной проводом ПЭВ-1 0,1 до заполнения каркаса. К другому концу сердечника прикреплен постоянный магнит *5* (к примеру, от магнитной защелки).

Рядом с отверстием под сердечник на щите нарисовано (или наклеено) изображение животного или птицы.

В исходном состоянии витки катушки датчика пересекает постоянный магнитный поток, поэтому на выводах катушки напряжения нет. Но вот точно пущенный из ружья шарик подлетает к сердечнику и пересекает магнитный поток. На выводах датчика появляется импульс напряжения. Полярность его при подлете шарика одна, а при отлете — другая.

Чтобы зафиксировать сигнал датчика, применено спусковое устройство (рис. 83) — ждущий мультивибратор, собранный на транзисторах VT1, VT2. Пока на выводах датчика L1 нет сигнала, транзистор VT1 закрыт, а VT2 открыт. Чтобы датчик не изменял режим работы транзистора VT1 по постоянному току, он включен через разделительный конденсатор C1.

Если на верхнем (по схеме) выводе датчика положительный импульс, состояние ждущего мультивибратора не изменяется. Когда же появляется отрицательный импульс, транзистор открывается на мгновенье, и сразу же начинает перезеряжаться конденсатор C2. Одновременно закрывается транзистор VT2, на его коллекторе резко возрастает отрицетельное напряжение. Поскольку база транзистора VT1 соединена с коллектором VT2 через резистор R1, транзистор VT1 удерживается в открытом состоянии даже после исчезновения импульса на выводах датчика.

В таком состоянии ждущий мультивибратор будет находиться до тех пор, пока конденсатор C2 не зарядится до определенного напряжения, при котором откроется транзистор VT2. Это произойдет примерно через 2. . .3 с. Мультивибратор возвратится в исходное состояние и будет "ожидеть" прихода следующего отрицательного импульса на базу транзистора VT1.

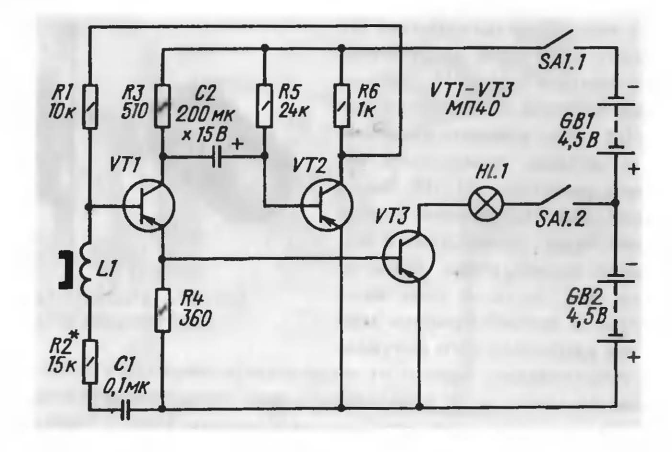


Рис. 83. Схема светового сигнализатора попаданий

В момент открывания транзистора VT1 на резисторе R4 появляется падение напряжения, открывающее транзистор VT3. Зажигается лампа HL1, сигнализирующая попадание шарика в мишень. Когда мультивибратор возвращается в исходное состояние, лампа гаснет.

Ждущий мультивибратор питается от двух последовательно соединенных батарей 3336, а для питания сигнальной лампы и транзистора VT3 используется напряжение, снимаемое с одной из батарей.

На рис. 83 приведена схема сигнализатора попаданий для одной мишени. Но ведь на щите может быть несколько электронных мишеней, а значит, несколько датчиков. Конечно, для каждого датчика собирают свой сигнализатор, но питают их от одного источника через общий включатель SA1.

В сигнализаторе можно использовать любые транзисторы серий МП39—МП42, но со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Лампа HL1 — на напряжение 3,5 В и ток 0,14 А (МН 3,5-0,14). Если будет использована лампа с большим током (0,26 А), придется установить более мощный транзистор VT3 — МП25А, МП25Б, МП26А, МП26Б. Все резисторы — МЛТ-0,25, конденсатор C1 — МБМ или любого другого типа, C2 — К50-6 или аналогичный оксидный конденсатор, рассчитанный на номинальное напряжение не ниже указенного не схеме. Выключатель питания — тумблер с двумя группами контактов.

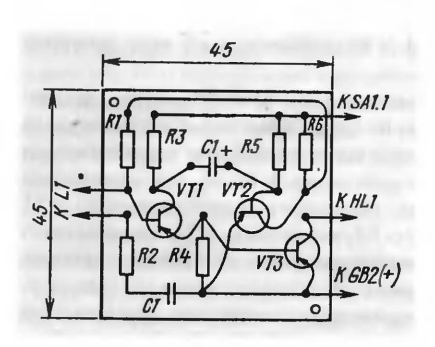


Рис. 84. Монтажная плата сигнализатора попадания

Детали сигнализатора размещены на плате (рис. 84) из изоляционного материала, которую укрепляют за щитом. Но прежде чем окончательно укрепить плату, нужно проверить в действии сигнализатор. Включив питание, подносят к датчику мишени стальной шарик и покачивают его рукой вблизи сердечника катушки. Если сигнальная лампа будет зажигаться даже в

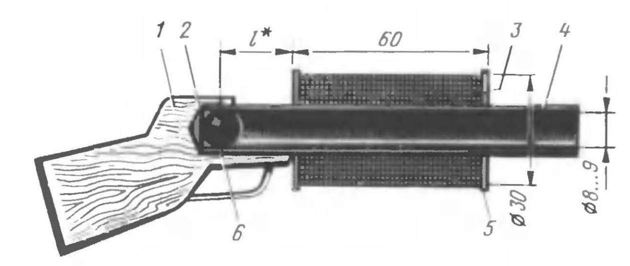


Рис. 85. Устройство ружья

том случае, когда шарик находится немного в стороне от сердечника, нужно уменьшить чувствительность сигнализатора подбором резистора R2 с большим сопротивлением. Резистор подбирают таким, чтобы сигнализация срабатывала только при касании шариком (конечно, во время движения) сердечника. Окончательную настройку сигнализатора проверяют по пробным выстрелам.

И еще одна мишень найдет применение в этом тире — мишень-сетка. Устройство ее простое. В щите сверлят отверстие, за которым прикрепляют к щитку сетку, сплетенную, например, из толстых ниток.

А теперь о ружье. Его устройство показано на рис. 85. На полой пластмассовой трубке *4*, например корпусе от фломастера, укреплены щечки *5* из гетинакса (можно плотного картона). Между щечками наматывают виток к витку обмотку *3* ружья — 1000 витков провода ПЭВ-0,6. На конце трубки размещают декоративную рукоятку *1* ружья, вырезанную из деревянной планки. Но до крепления рукоятки нужно определить оптимальную длину наконечника (размер *l*), о чем будет рассказано позже.

В качестве "пули" для стрельбы применяют стальной шарик *6*, вставляемый внутрь трубки (*2*—кружок из картона). Чтобы сообщить шарику при выстреле нужную скорость, через обмотку ружья пропускают импульс тока. Для этих целей собирают однополупериодный выпрямитель по схеме, приведенной на рис. 86.

Выпрямитель питается от сети через разделительный понижающий трансформатор T1. При подаче выключателем Q1 напряжения питания заряжается оксидный конденсатор C1 большой емкости — 2000 мкФ. Чтобы выстрелить, нажимают кнопку выключателя Q2. Конденсатор мгновенно разряжается на сравнительно низкоомную обмотку катушки ружья YA1. В результате возникает сильное магнитное поле. Шарик втягивается внутрь катушки, но к этому моменту поле исчезает. Однако под действием сообщений энергии шарик продолжает движение и вылетает из ружья. Дальность полета шарика во многом зависит от начального положения его относительно катушки ружья.

Чтобы определить оптимальное положение шарика относительно катушки, нужно провести небольшие измерения (рис. 87). Внутрь трубки вставляют деревянный стержень (например, карандаш) и опускают в трубку шарик. Установив катушку под небольшим углом к поверхности стола, нажимают кнопку выключателя Q2 и выстреливают. Замечают точку падения шарика. Передвигая стержень и каждый раз выстреливая, отмечают дальность полета шарика. При определенном

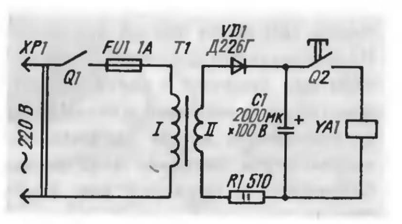


Рис. 86. Схема выпрямителя для питания ружья

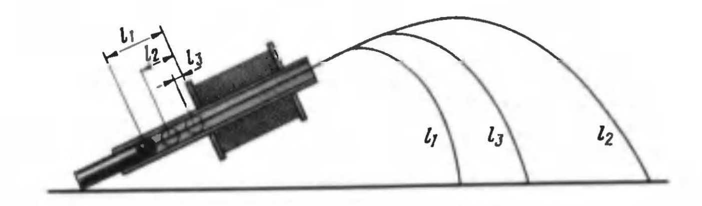


Рис. 87. Определение оптимального положения шарика в ружье

положении стержня она будет максимальной. Теперь можно укоротить лишний конец трубки, приклеить к торцу тонкий кружок *2* из картона (рис. 85) и надеть на трубку ручку ружья.

Трансформатор может быть готовый мощностью не менее 10 Вт и с напряжением на обмотке II 50. . .60 В при токе не менее 0,15 А. Самодельный трансформатор наматывают на магнитопроводе Ш20Х20. Обмотка I должна содержать 2750 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка II — 750 витков ПЭВ-1 0,25.

Сложнее с оксидным конденсатором — он должен быть рассчитан на напряжение не ниже 90 В и обладать указанной на схеме емкостью. Таких конденсаторов в продаже нет. Поэтому его придется составить из нескольких конденсаторов. Здесь возможны варианты. В одном случае можно использовать десять конденсаторов К50-3Б емкостью по 200 мкФ на номинальное напряжение 100 В, соединив их параллельно. В другом варианте можно включить параллельно две цепи из двух последовательно соединенных конденсаторов того же типа, но емкостью по 2000 мкФ на номинальное напряжение 50 В в каждой. В третьем варианте подойдут кондесаторы К50-6 емкостью 4000 мкФ на номинальное напряжение 25 В — из них нужно составить две параллельно включенные цепи по четыре последовательно соединенных конденсатора в каждой.

Возможен еще один вариант—использовать один конденсатор емкостью 4000 мкФ на напряжение 25 В, но катушку ружья намотать более толстым проводом. В этом случае следует, конечно, уменьшить число витков вторичной обмотки трансформатора, увеличив соответственно диаметр проводе и несколько уменьшив сопротивление резистора R1.

Диод может быть серии Д226 с индексами Б—Г, резистор — МЛТ-2, кнопочный выключатель Q2 — любого типа, рассчитанный на ток 4. . .5 А, выключатель Q1 — также любого типа, например тумблер, рассчитанный на работу при напряжении 220 В.

Для постройки тира потребуется горизонтальная панель-основание из толстой (8. . .10 мм) фанеры и вертикальная перегородка-щит из фанеры толщиной 4. . .5 мм. Чтобы щит стоял прочно, его крепят к панели с помощью металлических уголков. На лицевую сторону щита наклеивают лист бумаги с нарисованным пейзажем. С обратной стороны к щиту крепят магниты, катушки электромагнитов, датчики электронных мишеней и сетки. За щитом размещают на панели плату электронного сигнализатора, детали выпрямителей питания и ружья. Тем же устанавливают и выключатели питания. Электрическую проводку делают так, чтобы игра была безопасной и никто не мог коснуться выводов деталей, соединенных с сетью. Сигнальные лампы могут быть вставлены в отверстия в щите либо укреплены с помощью скобок над щитом.

Ружье помещают на кронштейн, установленный у конца панели. Проводники (они должны быть в хорошей изоляции) от ружья пропускают в отверстие в панели и подводят их к кнопочному выключателю Q2, установленному в удобном месте панели.

Вот теперь все готово для проведения состязаний в меткости стрельбы.

ФОТОТИР "ПОГАСИ СВЕЧУ"

Не так просто навести пистолет точно на "свечу" — горящую электрическую лампу мощностью 40 Вт — и метким "выстрелом" погасить ее. Если хотите посоревноваться в меткости, постройте предлагаемую самоделку и попробуйте из десяти выстрелов большее число раз добиться успеха.

Свеча установлена внутри корпуса (рис. 88), на лицевой стенке которого расположены ручки управления и малогабаритнея сигнальная лампа. С помощью длинного (5. . .7 м) электрического шнура-кабеля к разъему сзади корпуса подсоединен пистолет. Нужно точно навести дуло пистолета на раскаленную нить лампы и выстрелить — нажать кнопку выключателя на пистолете. Сразу же вспыхнет сигнальная лампа, а если прицел был точен — погаснет свеча. Число вспышек сигнальной лампы — это число выстрелов, а число погасаний свечи — число попаданий.

Теперь рассмотрим работу конструкции по ее принципиальной схеме, приведенной на рис. 89. В пистолете размещен фотодиод VD1 и кнопочный выключатель SB1, а в корпусе игрушки — автоматика. В исходном состоянии автоматика не работает, поскольку контакты К2.1 шунтируют ее каскады на общий провод— ведь реле К2 срабатывает сразу же после включения игрушки в сеть.

Чтобы запустить тир в работу, нужно нажать кнопку выключателя SB2 "Сброс". Сработает реле К3 и заблокируется контактами К3.1, а контактами К3.2 зажжет свечу — лампу EL1.

Как только пистолет будет наведен на свечу, на выводах фотодиода появится переменное напряжение, поскольку падающий на его чувствительный слой свет от лампы EL1 "модулирован" частотой сети. Но амплитуда этого напряжения мала, поэтому фотодиод подключен к усилителю, собранному на транзисторах VT1 и VT2. С нагрузки второго каскада усилителя (резистор R6) сигнал поступает через конденсатор С5 на комбинированный каскад, выполненный на транзисторе VT3.

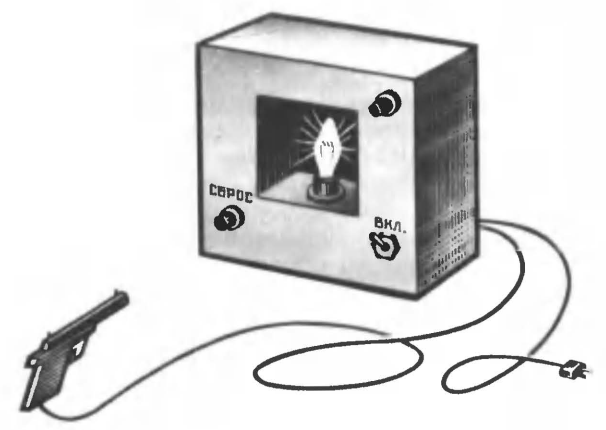


Рис. 88. Внешний вид игрушки "Погаси свечу"

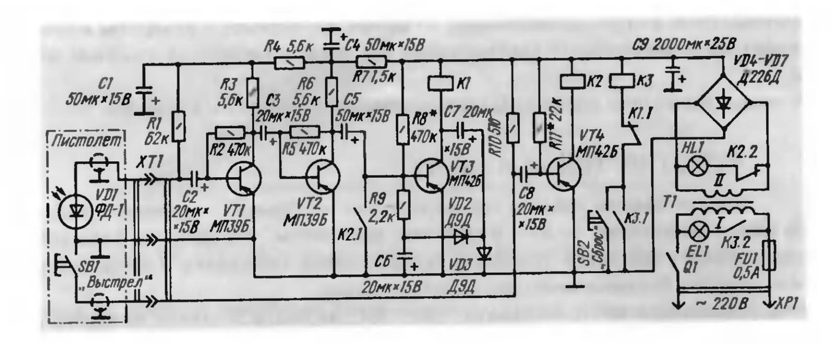


Рис. 89. Схема игрушки "Погаси свечу"

Пока сигнала на входе каскада не было, транзистор был лишь приоткрыт небольшим током через эмиттерный переход, определяемым сопротивлением резистора R8. Это усилительный режим каскада, нагрузкой которого является обмотка электромагнитного реле K1.

Как только сигнал (переменное напряжение) поступает на каскад, он усиливается и подается через конденсатор C7 на выпрямитель, собранный на диодах VD2, VD3. На конденсаторе C6 появляется отрицательное напряжение, и ток через эмиттерный переход резко возрастает (этот ток зависит от амплитуды напряжения сигнала и сопротивления резистора R9). Теперь каскад работает как электронное реле. Стоящее в коллекторной цепи транзистора реле K1 срабатывает и размыкает (контактами K1.1) цепь питания реле K3. Оно отпускает и размыкающимися контактами K3.2 гасит свечу — лампу EL1. Чтобы вновь зажечь ее, нужно кратковременно нажать кнопку выключателя SB2.

Действовать каскад на транзисторе VT3 начнет только в момент выстрела, когда на пистолете нажмут кнопку выключателя SB1 "Выстрел". Тогда вступит в работу реле времени, собранное на транзисторе VT4. Левый (по схеме) вывод конденсатора C8 оказывается соединенным через контакты кнопки SB1 с общим проводом, на базе транзистора появляется положительное (относительно эмиттера) напряжение. Транзистор закрывается, реле K2 отпускает, контакты K2.1 размыкаются, и каскад на транзисторе VT3 начинает действовать. Одновременно замыкаются контакты K2.2, сигнальная лампа HL1 вспыхивает.

Выдержка реле времени небольшая — около 0,5 с (зависит от емкости конденсатора C8 и сопротивления резистора R11). Этого времени достаточно, чтобы сработало реле K1 при наличии на базе транзистора VT3 переменного напряжения, и недостаточно для попытки обмануть автомат колебания дула пистолета относительно свечи (т. е. поиском возможности случайного попадания света на фотодиод). Конечно, при желании выдержку нетрудно изменить соответствующим подбором конденсатора C8. При меньшей его емкости продолжительность выдержки уменьшается и наоборот.

Для питания автомата использован двухполупериодный выпрямитель, собранный по мостовой схеме на диодах VD4—VD7. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором C10. Питание на второй каскад усилителя (транзистор VT2) подается через фильтр R7C4, а на первый — еще и через фильтр R4C1.

Транзисторы могут быть серий МП39—МП42 со статическим коэффициентом передачи тока не менее 30. Диоды VD2, VD3 — любые из серии Д9, а VD4—VD7 —

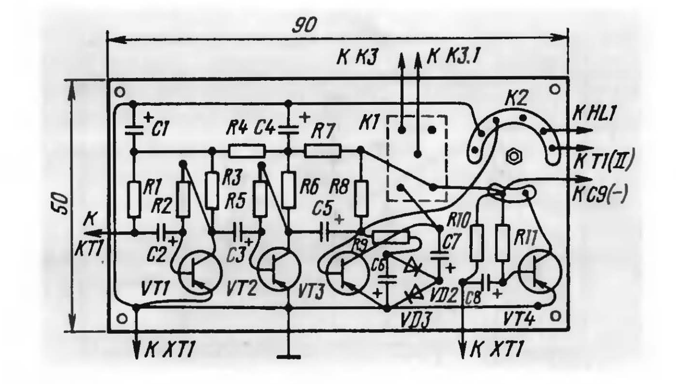


Рис. 90. Монтажная плата усилителя, электронного реле и реле времени

любые из серии Д226. Резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — К50-6. Электромагнитные реле K1, K2 могут быть типа РЭС6, РЭС9, РЭС10 (только K1) с напряжением срабатывания 9. . .15 В и возможно меньшим током срабатывания. Кроме того, желательно использовать реле с небольшой разницей между током срабатывания и отпускания (или, как говорят, с малым гистерезисом). Реле K3 может быть РЭС22, паспорт РФ4.500.129, либо другое, срабатывающее при напряжении 9. . .15 В. Контакты этого реле должны быть рассчитаны на работу при переменном напряжении 220 В.

Трансформатор питания — готовый, мощностью не менее 5 Вт и с напряжением на обмотке II 12. . .13 В при токе до 0,3 А. Подойдет самодельный трансформатор, выполненный на магнитопроводе Ш20Х18. Обмотка I должна содержать 3000 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка II — 165 витков ПЭВ-1 0,4.

Все резисторы — МЛТ-0,25, конденсаторы — К50-6. Разъем XT1 — СГ-3 (гнездовая часть) и СШ-3 (штырьковая часть). Кнопочные выключатели — любой конструкции, но SB1 желательно применить малогабаритный, например КМI—1, выключатель питания Q1 — типа тумблер.

Детали усилителя, электронного реле и реле времени удобно смонтировать на одной плате (рис. 90) из изоляционного материала, а блока питания и реле K3 — на другой плате (рис. 91) толщиной 1. . .1,5 мм.

Платы укрепляют внутри корпуса с "окном" под свечу на передней стенке. Задняя стенка — съемная. Роль свечи выполняет электрическая лампа "миньон" мощностью 40 Вт, которую легче загримировать под свечу. Держатель предохранителя с предохранителем и гнездовая часть разъема XT1 укреплены на задней стенке корпуса, сетевой выключатель, выключатель SB2 и сигнальная лампа — на передней стенке.

Фотодиод может быть ФД-1 или ФД-2. В крайнем случае вместо него можно установить фоторезистор ФСК-1 или ФСК-2, но дальность действия тира несколько уменьшится из-за малой чувствительности этих датчиков. Любой из датчиков размещают в глубине дула пистолета (рис. 92). Длина дула произвольная, но следует помнить, что чем оно длинее, тем сложнее "поразить" цель. Лучшие результаты получаются при установке на конце дула собирающей линзы (от ее оптической силы зависит длина дула), фокусирующей свет на чувствительный слой датчика. Кнопочный выключатель SB1 устанавливают на месте курка пистолета.

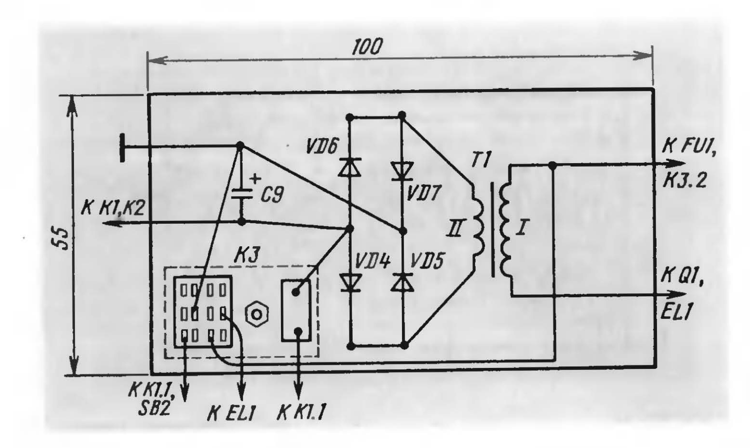


Рис. 91. Монтажная плата блока питания и реле К3

Пистолет соединяют с электронным блоком кабелем из трех проводов, два из которых экранированные. Но можно использовать лишь два экранированных провода — их экранирующая оплетка будет выполнять роль третьего, общего, провода. Длина кабеля зависит от максимальной дистанции стрельбы. На конце кабеля припаяна штырьковая часть разъема ХТ1.

Налаживание тира начинают с проверки выпрямленного напряжения на конденсаторе С10. Оно должно быть не менее чем на 1,5. . .2 В больше максимального напряжения срабатывания реле. Далее проверяют ток в коллекторной цепи транзистора VT4 и при необходимости устанавливают его подбором резистора R11 несколько большим тока срабатывания реле К2 (чтобы реле срабатывало даже при пониженном сетевом напряжении).

Следующий этап — проверка тока коллектора транзистора VT3. Временно отключают один из выводов обмотки реле К2, чтобы контакты К2.1 были разомкнуты. Подбором резистора R3 устанавливают ток немного меньше тока отпускания реле К1. Затем направляют фотодиод пистолета, например, не горящую настольную лампу. Если ток резко возрастает и реле срабатывает — все в порядке. В противном случае придется более точно подобрать резистор R8 либо повысить усиление каскадов на транзисторах VT1, VT2, например, заменой транзисторов другими, с большим статическим коэффициентом передачи тока. На чувствительность влияет и режим работы фотодиода, который можно изменять подбором резистора R1.

В последнюю очередь проверяют режим работы транзисторов VT1 и VT2 измерением их коллекторных токов. Ток каждого транзистора может составлять 0,7 . . . 1 мА, точнее это значение устанавливают (если это необходимо) подбором резистора R2 (для VT1) и R5 (для VT2).

Затем восстанавливают соединение обмотки реле К2 и продолжают проверку тира. Если

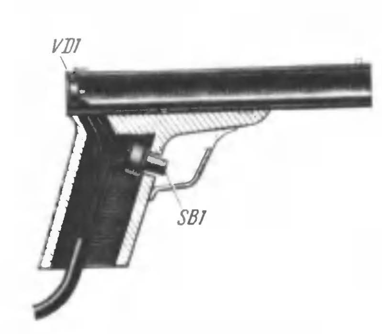


Рис. 92. Устройство пистолета

при нажатии кнопки SB1 свеча будет геснуть независимо от точности прицеливания и даже вообще без направления дула пистолета в сторону света, значит, на входные цепи усилителя наводится помеха. Следует проверить монтаж и прокладку проводников, соединяющих разъем с цепями электронной части, отодвинуть их от сетевых проводов и цепей вторичной обмотки трансформатора.

Этот тир можно немного модернизировать, установив кнопку сброса SB2 на пистолете. Тогда в кабеле нужно проложить лишь один дополнительный провод — от точки соединения контактов К3.1 и К1.1. Правда, понадобится установить разъем ХТ1 с большим числом контактов. Но зато станет удобнее тренироваться в меткости стрельбы, поскольку не придется после каждого попадания подходить к корпусу электронной части и нажимать кнопку сброса.

ФОТОТИР С ДВУМЯ МИШЕНЯМИ

Если предыдущую конструкцию можно назвать фототиром наоборот, поскольку свет находится в мишени, а фотодатчик — в пистолете, то предлагаемая конструкция — самый настоящий фототир. В нем в мишени расположен фотодатчик, а стрельба ведется из пистолета световыми "пулями". В то же время фототир не просто фиксирует попадание, но и содержит две мишени (рис. 93), каждую из которых нужно поразить. Причем очередность поражения мишеней индицируется сигнальными лампами, вспыхивеющими под мишенями. Если удалось попасть в "десятки" обеих мишеней, зажигается сигнальная лампа над мишенями, извещающая о выполнении задания. Кто быстрее справится с ним, того можно считать самым метким стрелком.

Каждая мишень представляет собой фотореле (рис. 94), собранное на трех транзисторах, — в первой мишени это транзисторы VT2—VT4. Четвертый транзистор (VT1) используется как фотодатчик. Попадающий на него свет от пистолета вызывает изменение сопротивления участка коллектор-эмиттер, а значит,

Рис. 93. Внешний вид фототира "Две десятки"

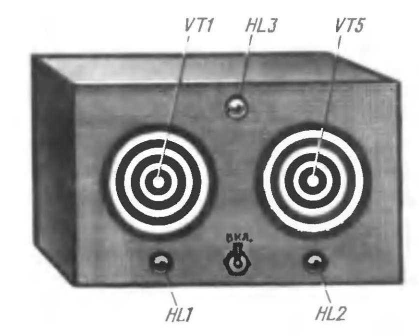
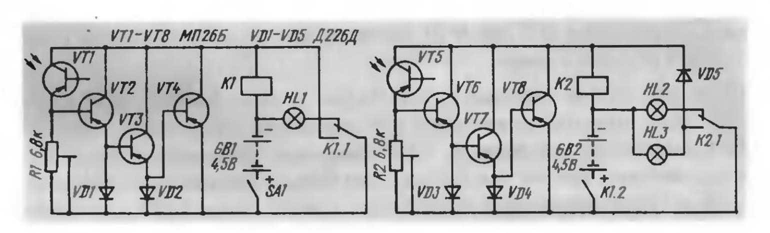


Рис. 94. Схема фототира "Две десятки"



увеличение падения напряжения на подстроечном резисторе R7. Транзисторы VT2 – VT4, образующие составной транзистор, открываются. Электромагнитное реле K1 срабатывает и контактами K1.1 самоблокируется.

Но этому предшествует, конечно, включение фототира выключателем SA1. Сразу же загорается лампа HL1, расположенная под первой мишенью. При попадании же в "десятку" мишени (в ней установлен фотодатчик VT1) и срабатывании реле K1 лампа выключается. Одновременно контактами K1.2 подается питание на вторую мишень, и вспыхивает лампа HL2, установленная под ней.

Когда удастся точно неправить световую пулю на фотодатчик VT5, сработает реле K2 и контактами K2.1 заблокируется. Одновременно вместо лампы HL2 загорится HL3 и известит о выполнении задания.

Чтобы привести устройство в первоначальное положение, нужно выключить питание выключателем SA1, а затем вновь подать его. При этом питание будет подано лишь на первое фотореле, о чем засвидетельствует лампа HL1.

Подстроечным резистором (R1 или R2) устанавливают нужную чувствительность фотореле. Чем меньше сопротивление введенной части резистора, тем при большей освещенности датчика сработает фотореле. Иначе говоря, дальность стрельбы будет меньше.

Диоды VD1 – VD4 — элементы термостабилизации. При изменении температуры окружающей среды изменяется их сопротивление, чем компенсируются изменения режима работы транзисторов.

Кроме указанных на схеме, могут быть использовены транзисторы МП26Б, любые из серий МП20 и МП21, а также другие германиевые транзисторы структуры *p-n-p* со статическим коэффициентом передачи тока не менее 50, возможно меньшим обратным током коллектора и максимально допустимым током коллектора в режиме переключения (это касается трензисторов VT4, VT8) — не менее 100 мА. Диоды — любые из серии Д226, подстроечные резисторы — СП3-1б или другие малогабаритные, лампы — МН 3,5-0,28 (на напряжение 3,5 В и ток 0,28 А), но подойдут лампы с меньшим потребляемым током, например 0,14 А (МН 3,5-0,14). Реле могут быть любого типа, срабатывающие при напряжении 3...3,5 В и возможно меньшем токе. Реле K1 должно быть с группой переключающих и группой замыкающих контектов, а K2 — только с группой переключающих контактов. Подойдут, например, реле РЭС9, паспорт РС4.524.214, РС4.524.219. В крайнем случае можно применить реле с большим напряжением срабатывания — до 10 В, но у них придется открыть кожух и отгибанием пружины подобрать нужное напряжение срабатывания. Делать это нужно осторожно, контролируя с помощью приборов изменение напряжения и тока срабатывания. Для этих целей, конечно, понадобится источник питания с регулируемым выходным напряжением либо набор гальванических элементов и батарея 3336 (такая же батарея используется для питания каждого фотореле).

Для фотодатчика подбирают транзистор с возможно большим коэффициентом передачи токе. У транзисторе удаляют колпачок, предварительно спилив ободок корпуса или осторожно обломав его кусочками, е затем осторожно покрывают (с помощью кисточки № 2 или № 3) бесцветным лаком кристалл германия, чтобы защитить его от пыли и грязи.

Фотодатчик нужно проверить, подключив к выводам эмиттера и коллектора омметр. Плюс омметра (у авометра Ц20, например, общее гнездо) должен соединяться с эмиттером транзистора. При освещении фотодатчике будет изменяться его сопротивление, причем тем больше, чем больше коэффициент передачи выбранного для датчика транзистора. Фотодатчик крепят клеем БФ-2 в отверстии перед-

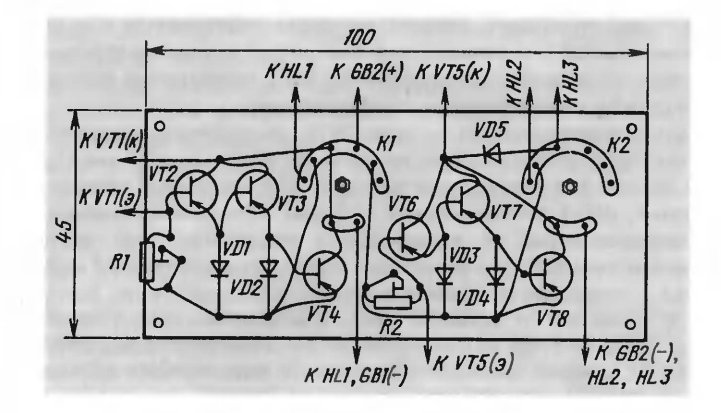


Рис. 95. Монтажнея плата фототира

ней стенки корпуса, просверленном в "десятке" нарисованной мишени. Чтобы избежать засветки фотодатчика от посторонних источников, снаружи к десятке прикрепляют трубку из черной фотобумаги диаметром 10 и длиной 10...15 мм.

Клеем можно прикрепить к стенке корпуса и сигнальные лампы, но снаружи их желательно прикрыть цветными прозрачными колпачками. На передней стенке крепят также выключатель питания SA1. Большинство же оставшихся деталей монтируют на плате (рис. 95) из изоляционного материала, которую укрепляют внутри корпуса. Там же размещают и батареи питания — их крепят металлическими скобками к дну корпуса. Чтобы можно было периодически проверять работу автоматики и заменять батереи, заднюю стенку корпусе делают съемной.

Как уже было сказано ранее, для стрельбы по мишеням нужны световые "пули" — короткие, но достаточно яркие вспышки света. Их получают в пистолете с помощью несложного устройства, показанного не рис. 96. В исходном состоянии кнопочный переключатель SB1 находится в показенном на схеме положении. Конденсатор C1 заряжен до напряжения источника питания GB3. При нажатии на курок пистолета, т. е. на кнопку переключателя, конденсатор отключается от резистора R3 и подключается к лампе HL4, рассчитанной на напряжение 3,5 В. Поскольку конденсатор заряжен до напряжения 9 В, вспышка получается яркая. Но продолжительность вспышки небольшая, и нить лампы не успевает разгореться до температуры, при которой она сгорела бы.

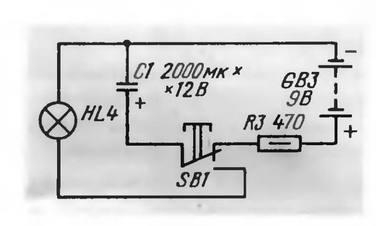


Рис. 96. Схема пистолета

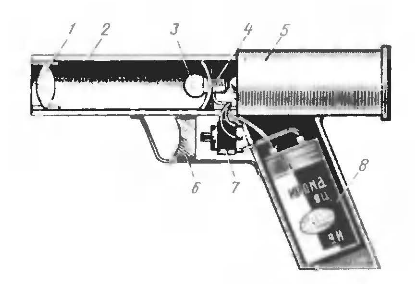


Рис. 97. Устройство пистолета

Когда курок отпускают, конденсатор вновь подключается к резистору R3, и сравнительно быстро — в течение 1 с — заряжеется от источника питания. Резистор ограничивает ток зарядки, который может быть сравнительно высок, и увеличивает срок службы маломощного источника питания.

Оксидный конденсатор С1 — типа ЭГЦ, но подойдут конденсаторы К50-3, К50-3Б или К50-6 (последний — на номинальное напряжение 10 или 15 В). Лампа — МН 3,5-0,28 либо МН 2,5-0,3, резистор — МЛТ-0,5, кнопочный переключатель — мелогабаритный, КМI-1, батарея питания — "Крона". Эти детали размещают в пистолете, как показано на рис. 97. Конденсатор *5* устанавливеют так, будто он служит продолжением дула *2*. В дуле размещают лампу *3* с рефлектором *4* и двояковыпуклой линзой *1*, например, от объектива старого фотоаппарата или фотоувеличителя. Размеры дула зависят от диаметра линзы и ее фокусного расстояния. Укрепляют линзу тек, чтобы не стене на расстоянии 5...6 м проецировалась нить некела лампы (для этого, конечно, временно подключают к лампе батарею напряжением 4,5 В, чтобы лампа не перегорела). Батарею питения *8* размещают в ручке пистолете, а кнопочный переключатель *7* между дулом и ручкой. Перед кнопкой переключателя располагают курок *6*, но можно обойтись и без него, нажимая пальцем непосредственно на кнопку переключателя.

Нележивание фототира сводится к установке подстроечными резисторами нужной чувствительности фотореле. Налаживают каждую мишень поочередно. Начинают с первой мишени. Движок подстроечного резистора R1 устанавливают в нижнее (по схеме) положение и, подев выключателем СА1 питание, "стреляют" из пистолета с близкого (0,5...1 м) расстояния так, чтобы пуля ярко осветила фотодатчик. Если реле К1 срабатывает и лампе HL1 гаснет — все в порядке. Увеличивая расстояние между пистолетом и мишенью, определяют наибольшую дальность стрельбы. Плавно перемещая движок подстроечного резистора и проверяя каждый раз расстояние, с которого удается поразить мишень, добиваются наибольшей дальности стрельбы.

Максимальную чувствительность фотореле можно попытаться установить иначе. В цепь обмотки реле включают миллиамперметр. При затемненном датчике и установленном в нижнее (по схеме) положение движке подстроечного резистора замечают ток коллектора составного транзистора, иначе говоря, ток через обмотку реле. Затем на некотором расстоянии от фотодатчика устанавливают, скажем, карменный фонарь и направляют не фотодатчик луч света. Стрелка миллиамперметра должна зарегистрировать увеличение тока. Перемещением движка подстроечного резистора нужно добиться наибольшего отклонения стрелки миллиамперметра. Чтобы реле во время настройки не срабатывало, фонарь периодически, по мере увеличения тока, отодвигают от мишени.

Выключив фонарь или затемнив фотодатчик, отмечают уменьшение тока и определяют разницу в показаниях прибора. Чувствительность фотореле будет тем выше (при неизменном расстоянии между фонарем и мишенью), чем больше разность токов при затемненном и освещенном фотодатчике.

Конечно, в зависимости от наружной освещенности начальное сопротивление фотодатчике может быть таким, что при нижнем положении движка подстроечного резистора ток через обмотку реле будет значительным даже без дополнительной подсветки фотодатчика. Это не опасно, хотя и нежелательно из-за повышенного расхода энергии батареи. Уменьшить этот ток можно, конечно, перемещением движка резистора вверх (по схеме), но получить большую дальность стрельбы в этом случае не удастся.

Аналогично проверяют и налаживают вторую мишень, но параллельно контактам К1.2 подпаивают выключатель и подают им питание либо временно замыкают контакты проволочной перемычкой.

Если какая-нибудь мишень будет работать ненадежно или не удастся добиться хорошей чувствительности фотореле, можно рекомендовать подключить вывод коллектора транзистора фотодатчика не к коллектору составного транзистора, а непосредственно к минусовому выводу источника питания. В этом случае в момент попадания световой пули на фотодатчик напряжение на нем будет оставаться неизменным.

ТИР ДЛЯ МУШКЕТЕРОВ

Помните, как лихо сражались д'Артаньян и его друзья-мушкетеры, точными уколами шпаги поражая своих противников? Вы тоже можете посостязаться в искусстве владения шпагой, если соберете эту игрушку. Правда, настоящей шпаги в ней нет, она заменена металлическим стержнем. Держать же "шпагу" придется рукой, как настоящие мушкетеры держали настоящую шпагу. В качестве же "противника" используется мишень, в "яблочко" которой нужно попасть шпагой. Но сделать это не так просто — шпага норовит отклониться от центра и попасть в одно из крайних колец мишени.

Кольца и яблочко мишени — металлические (рис. 98). Они соединены проводниками с управляющими электродами тринисторов. Возможно, тринистор — новая для вас деталь. Поэтому несколько слов о нем. Внешне тринистор похож на мощный диод (имеется в виду указанный на схеме тринистор КУ201А), но с тремя выводами. Два из них называются, как и у диода, енодом и катодом, а третий носит незвание управляющего электрода. Поке через управляющий электрод не проходит ток, тринистор закрыт, т. е. не пропускает ток. Если же на управляющий электрод подали напряжение и в цепи его появился электрический ток (даже кратковременный), тринистор открывается — через цепь енод—катод протекает ток нагрузки. После этого закрыть тринистор можно только кратковременным снятием напряжения с анода. Сказанное относится лишь к случаю питания тринистора постоянным током, как в нашей конструкции. При переменном же токе тринистор выключается, как только положительный полупериод непряжения пераходит через нуль (если через управляющий электрод не протекает постоянный ток, тринистор остается выключенным при последующих положительных полупериодах переменного напряжения).

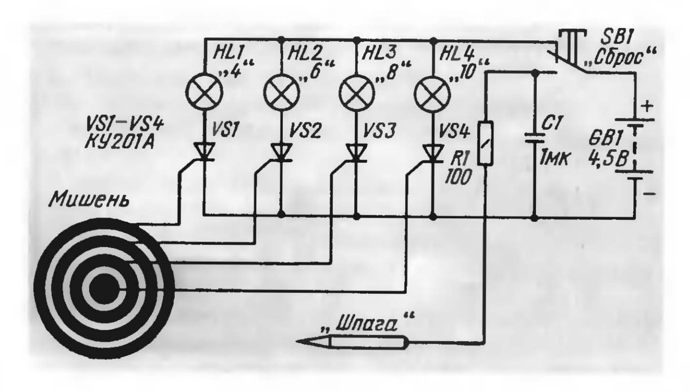


Рис. 98. Схема тира с тринисторами

Шпага подключена через резистор R1 к кнопочному переключателю SB1. Если в показанном на схеме положении коснуться шпагой любого кольца мишени, ничего не произойдет — ведь на конденсаторе, с которым соединена шпага, нет напряжения. Чтобы зарядить конденсатор, нажимают кнопку переключателя. Его подвижный контакт соединяется с нижним (по схеме), и конденсатор заряжается от батареи GB1. Можно делать "укол".

Предположим, шпага попала в наружное кольцо мишени, соединенное с тринистором VS1. Тринистор открывается, поскольку в цепи его управляющего электрода появляется ток разрядки конденсатора, и зажигается сигнальная лампа HL1 — она извещает о получении за укол четырех очков.

Перед следующим уколом нужно вновь нажать кнопку переключателя и зарядить конденсатор. При этом подвижный и верхний (по схеме) контакты переключателя разомкнутся и обесточат анодные цепи тринисторов. Тринистор VS1 закроется, лампа HL1 погаснет.

Тринисторы могут быть серий КУ201, Д235, Д238 с любыми буквенными индексами и возможно меньшим током управляющего электрода, при котором тринистор открывеется. Для отбора тринисторов можно собрать простое устройство, показанное на рис. 99. В цепь анода тринистора включена сигнальная пампа HL1, а в цепь управляющего электрода — цепь из последовательно соединенных резисторов R1, R2 и стрелочного индикатора PA1 с током полного отклонения стрелки до 100 мА. Вначале движок переменного резистора R1, которым изменяют ток в цепи управляющего электрода, ставят в верхнее (по схеме) положение. Выключателем SA1 подают питание и начинают плавно перемещать движок переменного резистора вниз по схеме. Стрелка индикатора при этом будет показывать протекающий в цепи упревляющего электрода постоянный ток. Как только зажжется лампа HL1, замечают показания стрелочного индикатора — это и будет значение тока управляющего электрода, при котором тринистор открывается.

Если тринисторы открываются при нижнем (по схеме) положении движка переменного резистора, нужно заменить резистор другим, с меньшим сопротивлением (6,8, 4,7, 3,3 кОм) — тогда можно с большей точностью определить нужный ток управляющего электрода.

Сигнальные лампы игрушки — на напряжение 3,5 В, конденсатор — бумажный (например, МБМ), резистор — МЛТ-0,25, кнопочный переключатель — с одной группой контактов на переключение (например, типа КМI-1).

Мишень вырезают из жести от консервной банки и приклеивают кольца и яблочко к панели из изоляционного материала (рис. 100). В панели предварительно сверлят отверстия и пропускают через них тонкие монтажные проводники в изоляции,

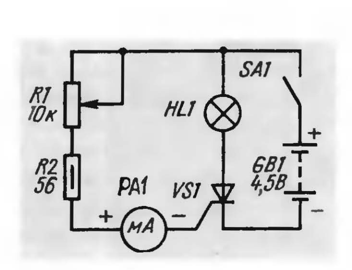
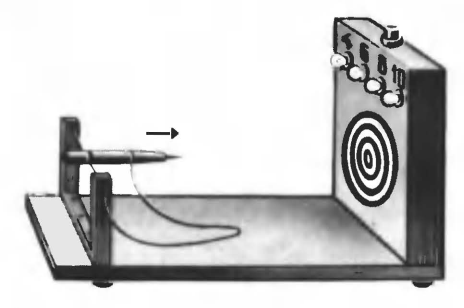


Рис. 99. Схема проверки тринисторов


Рис. 100. Конструкция тира с тринисторами

припаянные к кольцам и яблочку. Над мишенью устанавливают сигнальные лампы. Панель прикрепляют к корпусу со съемной задней крышкой. Внутри корпуса помещеют тринисторы, резистор, конденсатор и батарею питания GB1 (3336). На верхней стенке корпуса устанавливают кнопочный переключатель. В таком виде корпус прикрепляют к основанию, вырезанному из подходящего материала.

Шпагой служит шариковая авторучка с металлическим стержнем. Сбоку в корпусе авторучки сверлят отверстие, пропускают в него конец тонкого многожильного монтажного провода и припаивают провод к стержню. Другой конец провода пропускают через отверстие в основании, подводят к корпусу и подключают к резистору. Напротив корпуса к основанию прикрепляют П-образную стойку с натянутой резиновой нитью и привязывают к нити авторучку-шпагу. Чтобы сделать укол, нужно взять двумя пальцами конец авторучки и постараться попасть стержнем точно в яблочко. Точность попадания зависит от натяжения резины — подберите его экспериментально, чтобы владеть шпагой было непросто.

Собранную игрушку проверяют поочередным касанием шпагой колец и яблочка мишени. Перед каждым касанием нужно, конечно, нажимать кнопку переключателя SB1. Если какая-то лампа не зажигается, подберите резистор с меньшим сопротивлением. Если же лампы не вспыхивают при коротком касании шпагой колец мишени, поставьте конденсатор большей емкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А ну-ка, отними//Моделист-конструктор. — 1975. — № 8.

Борисов В. Г. Юный радиолюбитель. — М.: Радио и связь, 1985.

Бирюков С. Автоматический светофор//Радио. — 1974. — № 3.

Васильев В. А. Зарубежные радиолюбительские конструкции. — М.: Радио и связь, 1982.

Васьков Ю. "Кукушка" на транзисторах//Радио. — 1983. — № 3.

Васьков Ю. Две игрушки на мультивибраторах//Радио. — 1985. — № 12.

Григорьев Д. Электронный гимнаст//Радио. — 1976. — № 8.

Доценко Ю. "Светофон"//Радио. — 1984. — № 11.

Иванов А. Переключатель светодиодных гирлянд//Радио. — 1983. — № 11.

Иванов Б. С. Электроника в самоделках. — М.: ДОСААФ, 1981.

Иванов Б. С. В помощь радиокружку. — М.: Радио и связь, 1982.

Иванов Б. Одноголосный электромузыкальный инструмент//Юный техник. — 1983. — № 1.

Иванов Б. Электронные забавы//Юный техник. — 1985. — № 1.

Иванов В. Электронные качели//Радио. — 1973. — № 8.

Малышев В. "Мигеющие глаза"//Радио. — 1983. — № 6.

Михин Г. Луч попадает в "десятку"//Моделист-конструктор. — 1970. — № 7.

Прокопцев Ю. Паровоз, паровоз, пар идет из-под колес//Моделист-конструктор. — 1978. — № 1.

Салаватов Р. Погаси "свечу"//Моделист-конструктор. — 1975. — № 11.

Сергеев Б. "Волшебный кристалл"//Редио. — 1983. — № 11.

Сергеев Б. Необычный электромузыкальный инструмент//Радио. — 1984. — № 7.

Сергеев Б. Цветомузыкальная приставка на четырех транзисторах//Юный техник. — 1985. — № 7.

Федотов Б. Электронные игрушки//Радио. — 1974. — № 10.

Федотов Б. Тир на столе//Радио. — 1975. — № 10.

Шашикян С. Электронный музыкальный автомат//Радио. — 1982. — № 12.

Электронный котенок//Мастерок. — 1978. — № 20.

Юров В. Электронный светофор//Радио. — 1982. — № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

50 к.

МРБ

Электронные игрушки

Издательство «Радио и связь»